

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-032256  
 (43)Date of publication of application : 28.01.2000

(51)Int.CI. H04N 1/387  
 G06T 3/40

(21)Application number : 11-087303 (71)Applicant : SEIKO EPSON CORP  
 (22)Date of filing : 29.03.1999 (72)Inventor : KUWATA NAOKI  
 NAKAMI YOSHIHIRO

## (30)Priority

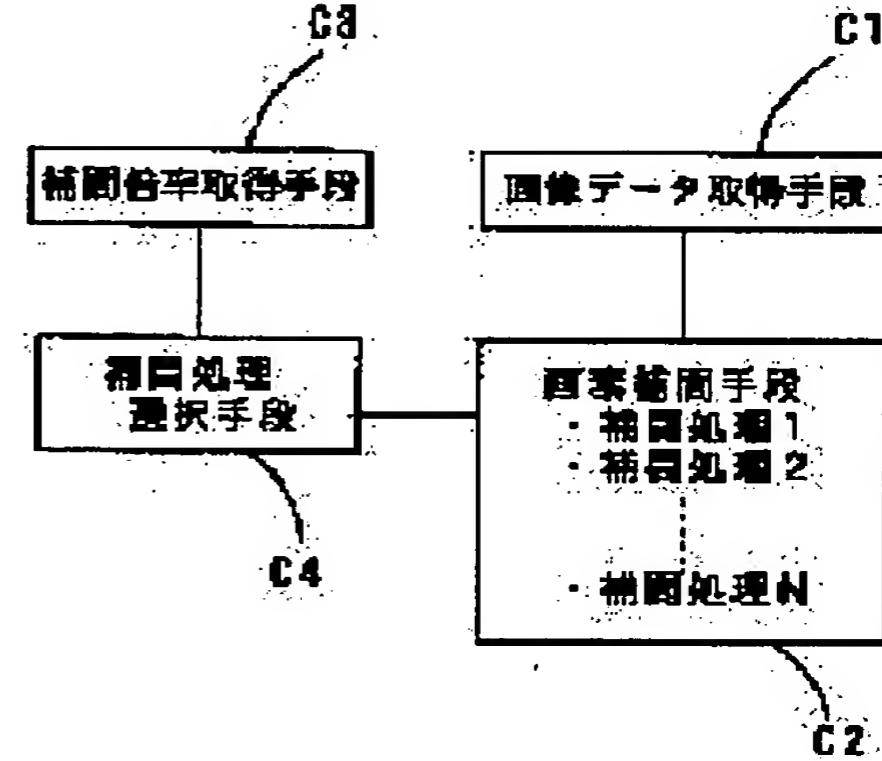
Priority number : 10093740 Priority date : 06.04.1998 Priority country : JP  
 10123731 06.05.1998 JP

## (54) IMAGE DATA INTERPOLATION DEVICE, IMAGE DATA INTERPOLATION METHOD, AND MEDIUM STORING IMAGE DATA INTERPOLATION PROGRAM

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To obtain the device by which an optimum interpolation result with respect to an optional interpolation magnification is obtained by acquiring an interpolation magnification of image data that expresses an image with pixels in a dot matrix form and selecting an interpolation processing to obtain an optimum interpolation result corresponding to the acquired interpolation magnification.

**SOLUTION:** An image is expressed by pixels in a dot matrix form and image data consist of sets of data representing each pixel. The image is magnified/reduced in a system in the unit of pixels in a system where the image is processed in the unit of pixels. An image data acquisition means C1 acquires image data as above and a pixel interpolation means C2 conducts interpolation processing to increase number of pixels configuring the image data and executes plural interpolation processing as the interpolation processing. When an interpolation magnification acquisition means C3 acquires an interpolation magnification as to image data, an interpolation processing selection means C4 selects an interpolation processing to obtain an optimum interpolation result corresponding to the interpolation magnification and allows the pixel interpolation means C2 to execute the selected interpolation processing.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 29.03.1999  
 [Date of sending the examiner's decision of

[rejection]

[Kind of final disposal of application other than  
the examiner's decision of rejection or  
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3063754

[Date of registration] 12.05.2000

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

①

(19)日本国特許庁 (JP)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2000-32256  
(P2000-32256A)

(43)公開日 平成12年1月28日(2000.1.28)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>  
 H 04 N 1/387  
 G 06 T 3/40

識別記号  
101

F I  
 H 04 N 1/387  
 G 06 F 15/66

テマコト(参考)  
101  
355C

審査請求 有 請求項の数24 OL (全28頁)

(21)出願番号 特願平11-87303  
 (22)出願日 平成11年3月29日(1999.3.29)  
 (31)優先権主張番号 特願平10-93740  
 (32)優先日 平成10年4月6日(1998.4.6)  
 (33)優先権主張国 日本(JP)  
 (31)優先権主張番号 特願平10-123731  
 (32)優先日 平成10年5月6日(1998.5.6)  
 (33)優先権主張国 日本(JP)

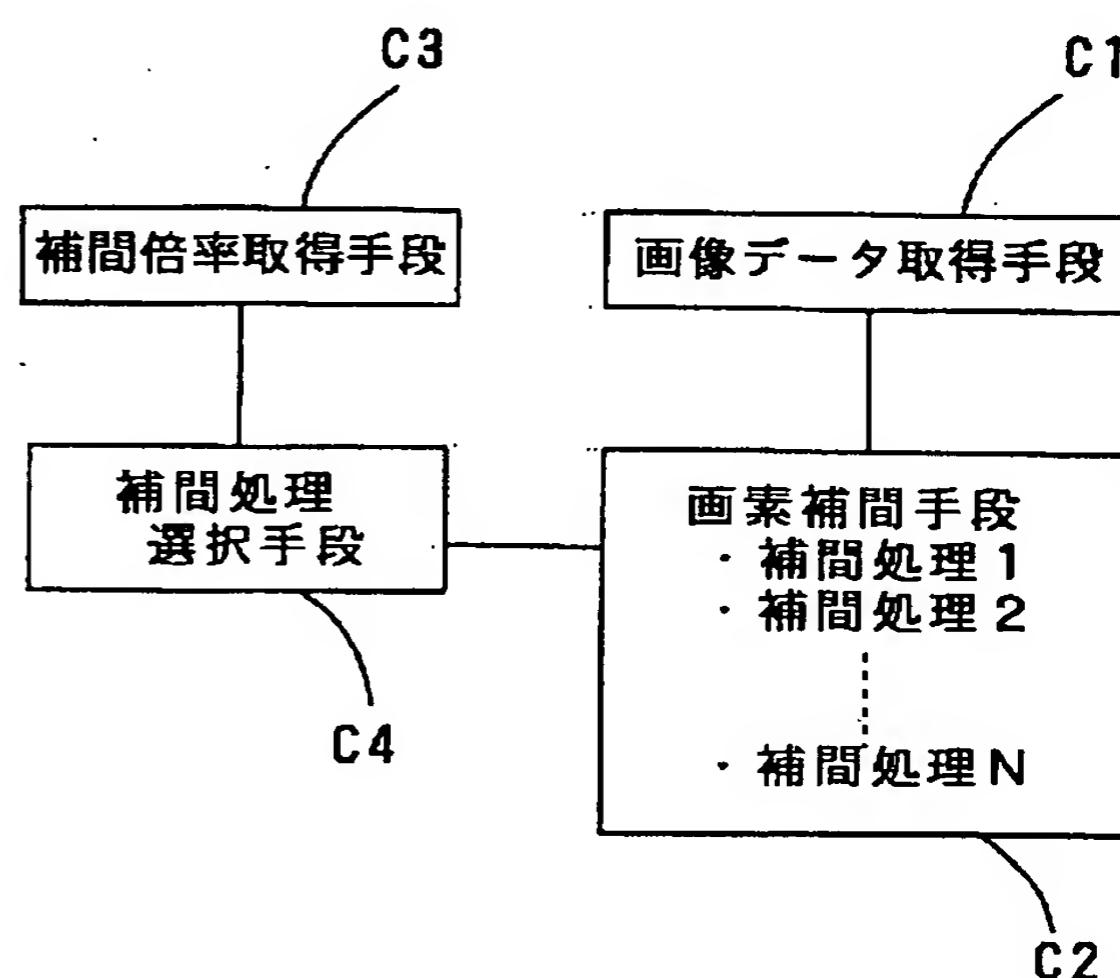
(71)出願人 000002369  
 セイコーエプソン株式会社  
 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号  
 (72)発明者 鍾田 直樹  
 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコ  
 一エプソン株式会社内  
 (72)発明者 中見 至宏  
 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコ  
 一エプソン株式会社内  
 (74)代理人 100096703  
 弁理士 横井 俊之

(54)【発明の名称】 画像データ補間装置、画像データ補間方法、画像データ補間プログラムを記録した媒体

## (57)【要約】

【課題】 利用者が補間倍率との関係を考慮して補間手  
法を選択するのは困難であった。

【解決手段】 画像入力デバイスとしてスキャナ11a  
などを有するとともに画像出力デバイスとしてカラープ  
リンタ17bなどを有するコンピュータシステム10に  
おいて、プリンタドライバ12cはステップST202  
にて元画像データを入力し、ステップST204にて補  
間画像データのサイズを入力することにより、ステップ  
ST206にて補間倍率を求めつつ、当該補間倍率に応  
じてステップST208のニアリスト法だけによる補間  
処理を実行するか、ST210のハイブリッドバイキュ  
ーピック法の補間処理とニアリスト法の補間処理とを重  
ねて実行するようにしたため、補間倍率に応じた最適な  
補間結果を極めて容易に得ることができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 画像をドットマトリクス状の画素で表現した画像データを取得する画像データ取得手段と、上記画像データにおける構成画素数を増やす補間処理を行うにあたり複数の補間処理の中から選択して実行可能な画素補間手段と、上記画像データについての上記補間倍率を取得する補間倍率取得手段と、この補間倍率取得手段によって取得された補間倍率に対応して最適な補間結果を得ることが可能な補間処理を選択して上記画素補間手段に実行させる補間処理選択手段とを具備することを特徴とする画像データ補間装置。

【請求項2】 上記請求項1に記載の画像データ補間装置において、上記画素補間手段は、上記補間処理の選択肢として複数の補間処理を重ねて実行する補間処理を有することを特徴とする画像データ補間装置。

【請求項3】 上記請求項2に記載の画像データ補間装置において、上記画素補間手段は、先の補間処理では既存の構成画素の画像データに相対的に高度な演算処理を施して補間画素の画像データを生成するとともに、後の補間処理では既存の構成画素の画像データに相対的に簡易な演算処理を施して補間画素の画像データを生成することを特徴とする画像データ補間装置。

【請求項4】 上記請求項2に記載の画像データ補間装置において、上記補間処理選択手段は、補間倍率に応じて第一の補間処理の負担割合と第二の補間処理の負担割合とを決定し、決定した負担割合の倍率となるようにそれぞれの補間処理を実行させることを特徴とする画像データ補間装置。

【請求項5】 上記請求項4に記載の画像データ補間装置において、上記補間処理選択手段は、上記補間倍率が所定倍率を超えるときにはある倍率までは同画素補間手段にて第一の補間処理を実行させつつ不足分の倍率を第二の補間処理で実行することを特徴とする画像データ補間装置。

【請求項6】 上記請求項4に記載の画像データ補間装置において、上記補間処理選択手段は、補間倍率を整数倍率の第一の倍率と残りの第二の倍率とに分離し、第一の補間処理では第一の倍率で補間処理を実行させるとともに、第二の補間処理では第二の倍率で補間処理を実行させることを特徴とする画像データ補間装置。

【請求項7】 上記請求項4に記載の画像データ補間装置において、上記補間処理選択手段は、画素補間手段で上記画像データを基準として補間処理するにあたり、印刷する際の解像度を検出し、検出した解像度に基づく補間倍率に応じて第一の補間処理の負担割合と第二の補間処理の負担割

合とを決定することを特徴とする画像データ補間装置。

【請求項8】 上記請求項7に記載の画像データ補間装置において、上記補間処理選択手段は、上記第一の補間倍率として、検出した解像度を基準とした所定の整数分の一の解像度よりも低くなる整数倍を設定するとともに、続いて上記第二の補間倍率として不足分を設定することを特徴とする画像データ補間装置。

【請求項9】 画像をドットマトリクス状の画素で表現した画像データを取得するとともに、上記画像データについての上記補間倍率を取得し、取得された補間倍率に対応して複数の補間処理の中から最適な補間結果を得ることが可能な補間処理を選択し、同補間処理を上記画像データに処理させることを特徴とする画像データ補間方法。

【請求項10】 上記請求項9に記載の画像データ補間方法において、補間処理は複数の補間処理を重ねて実行することを特徴とする画像データ補間方法。

【請求項11】 上記請求項10に記載の画像データ補間方法において、先の補間処理では既存の構成画素の画像データに相対的に高度な演算処理を施して補間画素の画像データを生成するとともに、後の補間処理では既存の構成画素の画像データに相対的に簡易な演算処理を施して補間画素の画像データを生成することを特徴とする画像データ補間方法。

【請求項12】 上記請求項10に記載の画像データ補間方法において、補間倍率に応じて第一の補間処理の負担割合と第二の補間処理の負担割合とを決定し、決定した負担割合の倍率となるようにそれぞれの補間処理を実行させることを特徴とする画像データ補間方法。

【請求項13】 上記請求項12に記載の画像データ補間方法において、

上記補間倍率が所定倍率を超えるときにはある倍率までは第一の補間処理を実行させつつ不足分の倍率を第二の補間処理で実行することを特徴とする画像データ補間方法。

【請求項14】 上記請求項12に記載の画像データ補間方法において、上記補間倍率を整数倍率の第一の倍率と残りの第二の倍率とに分離し、第一の補間処理では第一の倍率で補間処理を実行させるとともに、第二の補間処理では第二の倍率で補間処理を実行させることを特徴とする画像データ補間方法。

【請求項15】 上記請求項12に記載の画像データ補間方法において、印刷する際の解像度を検出し、検出した解像度に基づく補間倍率に応じて第一の補間処理の負担割合と第二の補間処理の負担割合とを決定することを特徴とする画像データ補間方法。

【請求項16】 上記請求項15に記載の画像データ補間方法において、上記第一の補間倍率として、検出した解像度を基準とした所定の整数分の一の解像度よりも低

くなる整数倍を設定するとともに、続いて上記第二の補間倍率として不足分を設定することを特徴とする画像データ補間方法。

【請求項17】 コンピュータにて画像をドットマトリクス状の画素で表現した画像データについて所定の補間倍率で構成画素数を増やすようにコンピュータに補間処理を実行させる画像データ補間プログラムを記録した媒体であって、

上記画像データを取得するステップと、

上記画像データについての上記補間倍率を取得するステップと、

この取得された補間倍率に対応して最適な補間結果を得ることが可能な補間処理を選択するステップと、

選択された補間処理で上記画像データに補間処理するステップとをコンピュータに実行させる画像データ補間プログラムを記録した媒体。

【請求項18】 上記請求項1に記載の画像データ補間プログラムを記録した媒体において、

上記画像データに補間処理するステップでは、上記補間処理の選択肢の一つとして複数の補間処理を重ねて実行することを特徴とする画像データ補間プログラムを記録した媒体。

【請求項19】 上記請求項18に記載の画像データ補間プログラムを記録した媒体において、上記画像データに補間処理する際に補間処理を重ねて実行するステップでは、先の補間処理では既存の構成画素の画像データに相対的に高度な演算処理を施して補間画素の画像データを生成するとともに、後の補間処理では既存の構成画素の画像データに相対的に簡易な演算処理を施して補間画素の画像データを生成することを特徴とする画像データ補間プログラムを記録した媒体。

【請求項20】 上記請求項18に記載の画像データ補間プログラムを記録した媒体において、上記画像データに補間処理する際に補間処理を重ねて実行するステップでは、補間倍率に応じて第一の補間処理の負担割合と第二の補間処理の負担割合とを決定し、決定した負担割合の倍率となるようにそれぞれの補間処理を実行することを特徴とする画像データ補間プログラムを記録した媒体。

【請求項21】 上記請求項20に記載の画像データ補間プログラムを記録した媒体において、上記画像データに補間処理する際に補間処理を重ねて実行するステップでは、上記補間倍率が所定倍率を超えるときにはある倍率までは第一の補間処理を実行させつつ不足分の倍率を第二の補間処理で実行することを特徴とする画像データ補間プログラムを記録した媒体。

【請求項22】 上記請求項20に記載の画像データ補間プログラムを記録した媒体において、上記画像データに補間処理する際に補間処理を重ねて実行するステップでは、補間倍率を整数倍率の第一の倍率と残りの第二の

倍率とに分離し、第一の補間処理では第一の倍率で補間処理を実行するとともに、第二の補間処理では第二の倍率で補間処理を実行することを特徴とする画像データ補間プログラムを記録した媒体。

【請求項23】 上記請求項20に記載の画像データ補間プログラムを記録した媒体において、上記画像データに補間処理する際に補間処理を重ねて実行するステップでは、印刷する際の解像度を検出し、検出した解像度に基づく補間倍率に応じて第一の補間処理の負担割合と第二の補間処理の負担割合とを決定することを特徴とする画像データ補間プログラムを記録した媒体。

【請求項24】 上記請求項23に記載の画像データ補間プログラムを記録した媒体において、上記画像データに補間処理する際に補間処理を重ねて実行するステップでは、上記第一の補間倍率として、検出した解像度を基準とした所定の整数分の一の解像度よりも低くなる整数倍を設定するとともに、続いて上記第二の補間倍率として不足分を設定することを特徴とする画像データ補間プログラムを記録した媒体。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、ドットマトリクス状の画素からなる画像データを所定倍率で補間する画像データ補間装置、画像データ補間方法、画像データ補間プログラムを記録した媒体に関する。

##### 【0002】

【従来の技術】 コンピュータなどで画像を扱う際には、画像をドットマトリクス状の画素で表現し、各画素を階調値で表している。例えば、コンピュータの画面で水平方向に640ドット、垂直方向に480ドットの画素で写真やコンピュータグラフィックスを表示することが多い。

【0003】 一方、カラープリンタの性能向上がめざましく、そのドット密度は720dpiというように極めて高精度となっている。すると、 $640 \times 480$ ドットの画像をドット単位で対応させて印刷させようすると極めて小さくなってしまう。この場合、階調値も異なる上、解像度の意味合い自体が異なるのであるから、ドット間を補間して印刷用のデータに変換しなければならない。従来、このような場合にドットを補間する手法として、最近隣内挿法（ニアリストネイバ補間：以下、ニアリスト法と呼ぶ）や、3次たたみ込み内挿法（キューピックコンボリューション補間：以下、キューピック法と呼ぶ）などの手法が知られている。また、特開平6-225140号公報にはドットを補間したときの縁部のスマージングを行うにあたり、予め縁部がスムーズとなるような拡大形態となるようにドットパターンを用意しておく技術が開示されている。

##### 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 上述した従来の補間技

術においては、次のような課題があった。ニアリスト法やキューピック法などの各種の手法にはそれぞれに得失があるが、利用者が補間倍率との関係を考慮してまでそれを選択するのは難しく、また、どちらか一方に固定したとすれば、不得手な画像に対して補間結果の品質が低下するおそれがある。特開平6-225140号公報に開示された発明においては、予めパターンを用意しておくことから補間倍率が固定的にならざるを得ず、任意の補間倍率に対応することができない。また、カラーの画像を前提とするとパターンの数が膨大となって予め用意しておくことも困難である。

【0005】本発明は、上記課題にかんがみてなされたもので、任意の補間倍率に対して最適な補間結果を得ることが可能な画像データ補間装置、画像データ補間方法、画像データ補間プログラムを記録した媒体の提供を目的とする。

#### 【0006】

【課題を解決するための手段】本発明で提供される画像データ補間装置は、画像をドットマトリクス状の画素で表現した画像データを取得する画像データ取得手段と、上記画像データにおける構成画素数を増やす補間処理を行うにあたり複数の補間処理の中から選択して実行可能な画素補間手段と、上記画像データについての上記補間倍率を取得する補間倍率取得手段と、この補間倍率取得手段によって取得された補間倍率に対応して最適な補間結果を得ることが可能な補間処理を選択して上記画素補間手段に実行させる補間処理選択手段とを具備する構成としてある。

【0007】このように構成した本発明においては、画像をドットマトリクス状の画素で表現した画像データの構成画素数を所定倍率で増やす補間処理を行うにあたり、画素補間手段は複数の補間処理の中からいずれかを選択して実行可能となっており、画像データ取得手段が対象となる画像データを取得すると、補間倍率取得手段は同画像データについての上記補間倍率を取得し、補間処理選択手段はこの補間倍率取得手段によって取得された補間倍率に対応して最適な補間結果を得ることが可能な補間処理を選択して上記画素補間手段に実行させる。すなわち、自ら補間倍率を取得して最適な補間処理を選択する。

【0008】従って、本発明によれば、補間倍率に応じて補間処理を切り替えることになるので、最適な補間結果を極めて容易に得ることが可能な画像データ補間装置を提供することができる。このように、補間倍率に応じて補間処理を選択する手法は必ずしも実体のある装置に限られる必要はなく、その方法としても機能することは容易に理解できる。このため、本発明で提供される画像データ補間方法は、画像をドットマトリクス状の画素で表現した画像データについて所定の補間倍率で構成画素数を増やすにあたり、上記画像データを取得する工程

と、この取得された画像データについての上記補間倍率を取得する工程と、取得された補間倍率に対応して最適な補間結果を得ることが可能な補間処理を選択する工程と、選択された補間処理で上記画像データにおける構成画素数を増やす工程とを実行する構成としている。

【0009】すなわち、必ずしも実体のある装置に限らず、その方法としても有効であることに相違はない。ところで、このような画像データ補間装置は単独で存在する場合もあるし、ある機器に組み込まれた状態で利用されることもあるなど、発明の思想としてはこれに限らず、各種の態様を含むものである。従って、ソフトウェアであったりハードウェアであったりするなど、適宜、変更可能である。発明の思想の具現化例として画像データ補間装置のソフトウェアとなる場合には、かかるソフトウェアを記録した記録媒体上においても当然に存在し、利用されるといわざるをえない。

【0010】その一例として、本発明で提供されるコンピュータにて補間処理を実行させる補間処理プログラムを記録した媒体は、画像をドットマトリクス状の画素で表現した画像データについて所定の補間倍率で構成画素数を増やすにあたり、上記画像データを取得するステップと、この取得された画像データについての上記補間倍率を取得するステップと、取得された補間倍率に対応して最適な補間結果を得ることが可能な補間処理を選択するステップと、選択された補間処理で上記画像データにおける構成画素数を増やすステップとをコンピュータに実行させる構成としている。

【0011】むろん、その記録媒体は、磁気記録媒体であってもよいし光磁気記録媒体であってもよいし、今後開発されるいかなる記録媒体においても全く同様に考えることができる。また、一次複製品、二次複製品などの複製段階については全く問う余地無く同等である。その他、供給方法として通信回線を利用して行なう場合でも本発明が利用されていることにはかわりない。さらに、一部がソフトウェアであって、一部がハードウェアで実現されている場合においても発明の思想において全く異なるものではなく、一部を記録媒体上に記憶しておいて必要に応じて適宜読み込まれるような形態のものとあってもよい。

【0012】また、請求項2にかかる発明では、請求項1に記載の画像データ補間装置において、複数の補間処理のうちの選択肢の一つとして、上記画素補間手段が上記補間処理の選択肢として複数の補間処理を重ねて実行する。さらに、請求項3にかかる発明では、請求項2に記載の画像データ補間装置において、上記画素補間手段は、先の補間処理では既存の構成画素の画像データに相対的に高度な演算処理を施して補間画素の画像データを生成するとともに、後の補間処理では既存の構成画素の画像データに相対的に簡易な演算処理を施して補間画素の画像データを生成する。

【0013】さらに、請求項4にかかる発明では、請求項2に記載の画像データ補間装置において、上記補間処理選択手段が補間倍率に応じて第一の補間処理の負担割合と第二の補間処理の負担割合とを決定し、決定した負担割合の倍率となるようにそれぞれの補間処理を実行させる。さらに、請求項5にかかる発明では、請求項4に記載の画像データ補間装置において、上記補間処理選択手段が、上記補間倍率が所定倍率を超えるときにはある倍率までは同画素補間手段にて第一の補間処理を実行させ、不足分の倍率を第二の補間処理で実行させる。

【0014】さらに、請求項6にかかる発明では、請求項4に記載の画像データ補間装置において、上記補間処理選択手段が、補間倍率を整数倍率の第一の倍率と残りの第二の倍率とに分離し、第一の補間処理では第一の倍率で補間処理を実行させるとともに、第二の補間処理では第二の倍率で補間処理を実行させる。さらに、請求項7にかかる発明では、請求項4に記載の画像データ補間装置において、画素補間手段で上記画像データを基準として補間処理するにあたり、上記補間処理選択手段が、印刷する際の解像度を検出し、検出した解像度に基づく補間倍率に応じて第一の補間処理の負担割合と第二の補間処理の負担割合とを決定する。

【0015】そして、請求項8にかかる発明では、請求項7に記載の画像データ補間装置において、上記補間処理選択手段が、上記第一の補間倍率として、検出した解像度を基準とした所定の整数分の一の解像度よりも低くなる整数倍を設定するとともに、続いて上記第二の補間倍率として不足分を設定する。むろん、これらの発明は、必ずしも実体のある装置に限られる必要はなく、その方法としても有効であることに相違はない。また、ソフトウェアとなることも可能であり、その場合には、かかるソフトウェアを記録した記録媒体上においても当然に存在し、利用されるといわざるをえない。

【0016】本発明において、画像データは画像をドットマトリクス状の画素で表現したものであり、各画素についてデータで表したものであればよく、カラー画像であっても良いし、モノクロ画像であってもよい。また、階調値は二階調のものであってもよいし、多階調のものであっても良い。画像データ取得手段は、かかる画像データを取得するものであり、上記画素補間手段が構成画素を増やすための補間処理を行うにあたり、対象となる画像データを保持するようなものであればよい。従つて、その取得手法は特に限定されるものではなく、各種のものを採用可能である。例えば、インターフェイスを介して外部機器から取得するものであってもよいし、撮像手段を備えて画像を撮像するものであっても良い。また、コンピュータグラフィックアプリケーションを実行してマウスやキーボードから入力するものであってもよい。

【0017】画素補間手段は、各種の手法により複数の

補間処理を選択可能なものであればよく、これは実質的に補間処理結果が異なる選択肢を備えるものであればよい。従つて、全ての選択肢が独立した補間手法である必要はなく、最初にある補間処理で画素を補間した後、重ねて別の補間処理で画素を補間するものでもよい。これにより独立した補間処理としては二種類であっても、それを重ねて行う処理も含めて三種類の選択肢といえる。

【0018】一方、補間倍率に応じて結果としての補間処理が異なればよく、その一例として、上記補間倍率が一定倍率までのときには、上記画素補間手段にて一の補間処理を実行せしめるとともに、上記補間倍率が同一定倍率を超えるときには同一定倍率までは同画素補間手段にて同一定倍率まで同一の補間処理を実行させつつ不足分の倍率を他の補間処理で実行する構成とすることができる。この場合、一定倍率以下では一の補間処理を実行し、それを越える場合には重ねて他の補間処理を実行する。従つて、補間結果は良好であるが補間倍率が大きいときには演算量が多くなるような補間処理を先に実行し、演算量に伴う許容限度を超えるようなときには補間結果は良好でないものの演算量が少ないような補間処理を適用する場合に好都合である。

【0019】このようにすれば、補間倍率が大きくなつた場合に不足分を異なる補間処理で補うようにしたので、補う補間処理を演算量が少ないものとしておけば補間倍率が大きくなつても演算処理量の急激な増加を免れることができる。さらに、他の一例として、上記補間倍率が一定倍率までのときには、上記画素補間手段にて一の補間処理を実行せしめるとともに、上記補間倍率が同一定倍率を超えるときには同画素補間手段にて所定倍率まで他の補間処理を実行させ、不足分の倍率を上記一の補間処理で実行することもできる。

【0020】この場合、基本的に一の補間処理を実行するものの、一定倍率を超えるときには予め他の補間処理で補つて補間処理しておく。従つて、演算量が少ないものの補間倍率を大きくする場合には補間結果が良好でないような補間処理を一般には使用することとし、補間倍率が大きくなる場合に限り、良好な補間結果が得られるものの演算量が多いのでできる限り実行したくないような補間処理を先に実行しておく。これにより、妥当な補間結果を得る場合に好都合である。

【0021】このようにすれば、常に行う補間処理では高倍率の場合に補間結果が良好でないような場合に予め高精度の補間処理を行つておくことにより、補間倍率が大きくなつた場合の補間結果の急激な低下を免れることができる。補間倍率の取得方法についても一律のものではなく、さまざまな手法を採用可能である。その一例として、上記画像データ取得手段が上記画像データを取得する際に指定される倍率を取得したり、上記画像データ取得手段が取得する上記画像データと補間する画像データの大きさとの比に基づいて倍率を取得したりすること

ができる。

【0022】前者のものでは、画像データ取得手段が上記画像データを取得するのにともなって補間倍率が指定される状況において、当該補間倍率取得手段は指定される同倍率を取得する。すなわち、補間倍率そのものが指定される場合にその倍率を使用する。これに対して、必ずしも補間倍率として指定されないこともあり、後者のものでは、補間倍率が指定されるのではなく、補間する画像データの大きさが取得される場合には補間元となる画像データの大きさと補間後の画像データの大きさとの比を算出して倍率を取得する。補間に必要な情報として補間後の画像サイズなどが通知されるような場合には、補間元の画像サイズとの比が分かれば補間倍率は算出可能だからである。

【0023】このようにすれば、前者のものでは指定される補間倍率を取得するので処理が容易となり、後者のものでは、補間倍率が指定されなくても補間前後の画像データの大きさに基づいて容易に補間倍率を得ることができる。以上のように、補間処理は任意の倍率で補間する必要が生じてくるが、補間処理で画素を増やす際に整数倍の補間処理は既存の画素をそのまま活用しつつ間に画素を増やすことになるので、処理量が低下する。従って、複数の補間処理を行うにあたっては整数倍の補間処理と残りの補間処理とに分けることによる意義が生じる。一方、整数倍の補間処理と残りの補間処理とに分けるだけの補間倍率であれば、補間処理に見合うだけの画質の向上が伴うとも言い切れない。これは、記録インクなどの記録剤のドットを付して印刷を行う場合に、ドットを付すか否かの低階調表現で印刷を行う印刷装置の特性によるものである。このため、特性向上に見合う補間処理に加えて別の視点からの補間処理とを重ねて実行する意義が生じる。

【0024】このようにすれば、印刷装置の特性に対応して補間結果の向上に見合う補間処理とそうでない補間処理を区別して実行することにより最適な補間結果を印刷させることができが、画像データ補間装置を提供することができる。画素補間手段において、補間倍率を分離する具体的な態様については補間処理の実行順序などとの対応で各種の変更が可能となる。その一例として、上記印刷装置の記録解像度における所定の整数分の一を基準とする第一のしきい値の解像度よりも低くなるように上記第一の倍率で補間処理し、続いて上記第二の倍率で補間処理して上記印刷装置の記録解像度に一致させている。

【0025】ここでも、先に整数倍となる第一の倍率で補間処理し、それに重ねて第二の倍率で補間処理する。この際、第一の倍率で補間処理した解像度は印刷装置の記録解像度における整数分の一の解像度よりも低く、第二の倍率は残余の倍率ではあるもののこの整数分の一の逆数以上の倍率となる。すると、最初の整数倍の処理で既存の画素の間に画素を補間した上で、さらにその画素

間に一つ以上の画素を補間する。これは4倍以上の補間処理となるが、この倍率であれば印刷装置の特性上、補間処理による画質の向上は限度に近くなり、複数の補間処理を実行してスループットのバランスを図ることができるようになる。

【0026】スループットのバランスを図るにあたり、上記第一の倍率で解像度を180dpi～480dpiの範囲に補間処理し、上記第二の倍率で解像度を上記印刷装置の記録解像度に一致させることが可能である。経験的には印刷装置の解像度が720dpiである場合に、元画像データの解像度が240dpiであれば、最小倍数の二倍で補間処理すると480dpiになるが、これ以上の解像度を得るように高精度な補間処理を実行してもさして画質の向上は図れない。一方、以降に演算処理を要しない複写だけを実行することになる以上、最初の高精度な補間処理である程度の解像度を得ておく必要がある。この場合、許容範囲は180dpi程度が必要である。となると、240dpi程度までは整数倍の補間処理を実現可能としておきつつ、最低でも180dpi程度の解像度を得ておこうとすれば、一段階目の解像度は180dpi～480dpiの範囲に補間処理しておくことが必要となる。

【0027】ところで、印刷する際の精度が高くなると精度の高い演算手法で行われる補間倍率の負担倍率は増加していく、精度の高い演算手法で補間される負担倍率が上がることによって画質が向上する分、残りの負担倍率を精度の低い演算手法で補間しても画質の逆転が起これにくくなる。すなわち、印刷する際の精細度が高くなると、精度の高い演算手法から精度の低い演算手法へと画像データを受け渡す際の精細度が画質に影響を与えることになるため、印刷する際の精細度が高まれば精度の高い演算手法の負担割合を増加させることにしている。

【0028】このようにすれば、印刷する際の精度が高くなると精度の高い演算手法で行われる補間倍率の負担倍率が増加していくようにしたため、精度の高い演算手法で補間される負担倍率が上がることによって画質が向上する分、残りの負担倍率を精度の低い演算手法で補間しても画質の逆転がしにくくなるようにすることができる。ここでいう画素補間手段は、精度の高い演算手法と精度の低い演算手法とで補間処理を行うことができるものであればよいが、これは二つの演算手法に限られるものではない。また、精度の高い演算手法か精度の低い演算手法は相対的なものであり、基準値がある必要もない。

【0029】ここでいう負担倍率とは、精度の高い演算手法が行うことになる補間倍率と精度の低い演算手法が行うことになる補間倍率との比であるとは限らない。従って、精度の高い演算手法が行うことになる補間倍率自体は徐々に減っていくこととなっても構わない。補間倍率が徐々に減っていきながら負担倍率が増加するという

のは、このように負担倍率を変えるということをしなかった場合の補間倍率とする場合の補間倍率の比が上がるようなものであっても良いことを意味する。

【0030】その一例として、精度の高い演算手法で一定の解像度である切替解像度を超えるまで補間し、精度の低い演算手法で残りの解像度となるまで補間するが、印刷する際の精細度が高ければこの切替解像度を高くする。いま、印刷する際の精細度が低いとすると、この場合に設定される切替解像度は低くなり、精度の高い演算手法ではこの切替解像度を超えるところまでの補間倍率の補間を行うことになる。しかしながら、印刷する際の精細度が高くなれば切替解像度も高くなり、その場合には精度の高い演算手法で同切替解像度を超えるところまで補間するのであるから補間倍率は増加することになる。この意味で負担倍率が増加すると言える。

【0031】このようにすれば、切替解像度を変化させるだけで負担倍率が実質的に変化し、調整が容易となる。

#### 【0032】

【発明の効果】以上説明したように本発明は、補間倍率に応じて補間処理を切り替えることになるので、最適な補間結果を極めて容易に得ることが可能な画像データ補間装置、画像データ補間方法、画像データ補間プログラムを記録した媒体を提供することができる。また、請求項2, 10, 18にかかる発明では、複数の補間処理を重ねて実行することによって実質的に補間処理の選択肢を増やして選択できるようになる。

【0033】さらに、請求項3, 11, 19にかかる発明では、先に高度な演算処理を施すとともに後で演算処理を施して補間画素の画像データを生成し、全体的に演算処理量を低下させることができる。さらに、請求項4, 12, 20にかかる発明では、補間倍率に応じて第一の補間処理の負担割合と第二の補間処理の負担割合とを決定することにより、最適な負担割合で補間処理を実行できる。さらに、請求項5, 13, 21にかかる発明では、補間倍率が所定倍率を超えるときにはある倍率までは第一の補間処理を実行させ、不足分の倍率を第二の補間処理で実行することにより、効率的な補間処理を実現できる。

【0034】さらに、請求項6, 14, 22にかかる発明では、補間倍率を整数倍率の第一の倍率と残りの第二の倍率とに分離し、演算処理量が多い補間処理については整数倍での補間処理を実行することにしたため、全体の演算処理量を低減させることができる。さらに、請求項7, 15, 23にかかる発明では、印刷する際の解像度に基づく補間倍率から第一の補間処理の負担割合と第二の補間処理の負担割合とを決定するため、処理が簡易で効率の良い補間処理を実行できる。

【0035】そして、請求項8, 16, 24にかかる発明では、第一の補間倍率として、検出した解像度を基準

とした所定の整数分の一の解像度よりも低くなる整数倍を設定するとともに、続いて上記第二の補間倍率として不足分を設定するようにしたため、いわゆる逆転現象を起きにくくすることができる。

#### 【0036】

【発明の実施の形態】以下、図面にもとづいて本発明の実施形態を説明する。図1は、本発明の画像データ補間装置の主要構成を示すブロック図である。ディジタル処理を前提とすると、画像はドットマトリクス状の画素で表現することになり、各画素を表すデータの集まりで画像データが構成される。そして、画素単位で処理する系においては、画像の拡大縮小は画素単位で実施することになる。本画像データ補間装置はこのような画素単位での拡大処理を実施するものであり、画像データ取得手段C1は、このような画像データを取得し、画素補間手段C2はこの画像データにおける構成画素数を増やす補間処理を行う。ここで、画素補間手段C2は補間処理として複数の補間処理を実行可能となっており、補間倍率取得手段C3が上記画像データについての補間倍率を取得すると、補間処理選択手段C4はその補間倍率に対応して最適な補間結果を得ることが可能な補間処理を選択し、上記画素補間手段C2に実行させる。

【0037】次に、これらを実現する具体的構成を示す。本実施形態においてはこのような画像データ補間装置を実現するハードウェアの一例としてコンピュータシステム10を採用している。図2は、同コンピュータシステム10をブロック図により示している。本コンピュータシステム10は、画像入力デバイスとして、スキャナ11aとデジタルスチルカメラ11bとビデオカメラ11cとを備えており、コンピュータ本体12に接続されている。それぞれの入力デバイスは画像をドットマトリクス状の画素で表現した画像データを生成してコンピュータ本体12に出力可能となっており、ここで同画像データはRGBの三原色においてそれぞれ256階調表示することにより、約1670万色を表現可能となっている。

【0038】コンピュータ本体12には、外部補助記憶装置としてのフロッピーディスクドライブ13aとハードディスク13bとCD-ROMドライブ13cとが接続されており、ハードディスク13bにはシステム関連の主要プログラムが記録されており、フロッピーディスクやCD-ROMなどから適宜必要なプログラムなどを読み込み可能となっている。また、コンピュータ本体12を外部のネットワークなどに接続するための通信デバイスとしてモ뎀14aが接続されており、外部のネットワークに同公衆通信回線を介して接続し、ソフトウェアやデータをダウンロードして導入可能となっている。この例ではモ뎀14aにて電話回線を介して外部にアクセスするようしているが、LANアダプタを介してネットワークに対してアクセスする構成とすることも可

能である。この他、コンピュータ本体12の操作用にキーボード15aやマウス15bも接続されている。

【0039】さらに、画像出力デバイスとして、ディスプレイ17aとカラープリンタ17bとを備えている。ディスプレイ17aについては水平方向に800画素と垂直方向に600画素の表示エリアを備えており、各画素毎に上述した1670万色の表示が可能となっている。むろん、この解像度は一例に過ぎず、640×480画素であったり、1024×768画素であるなど、適宜、変更可能である。

【0040】また、カラープリンタ17bはインクジェットプリンタであり、CMYKの四色の色インクを用いて記録媒体たる印刷用紙上にドットを付して画像を印刷可能となっている。画像密度は360×360DPIや720×720DPIといった高密度印刷が可能となっているが、階調表限については色インクを付すか否かといった2階調表現となっている。一方、このような画像入力デバイスを使用して画像を入力しつつ、画像出力デバイスに表示あるいは出力するため、コンピュータ本体12内では所定のプログラムが実行されることになる。そのうち、基本プログラムとして稼働しているのはオペレーティングシステム(OS)12aであり、このオペレーティングシステム12aにはディスプレイ17aでの表示を行わせるディスプレイドライバ(DSPDRV)12bとカラープリンタ17bに印刷出力を行わせるプリンタドライバ(PRTDRV)12cが組み込まれている。これらのドライバ12b, 12cの類はディスプレイ17aやカラープリンタ17bの機種に依存しており、それぞれの機種に応じてオペレーティングシステム12aに対して追加変更可能である。また、機種に依存して標準処理以上の付加機能を実現することもできるようになっている。すなわち、オペレーティングシステム12aという標準システム上で共通化した処理体系を維持しつつ、許容される範囲内での各種の追加的処理を実現できる。

【0041】むろん、このようなプログラムを実行する前提として、コンピュータ本体12内にはCPU12eとRAM12fとROM12gとI/O12hなどが備えられており、演算処理を実行するCPU12eがRAM12fを一時的なワークエリアや設定記憶領域として使用したりプログラム領域として使用しながら、ROM12gに書き込まれた基本プログラムを適宜実行し、I/O12hを介して接続されている外部機器及び内部機器などを制御している。

【0042】ここで、基本プログラムとしてのオペレーティングシステム12a上でアプリケーション12dが実行される。アプリケーション12dの処理内容は様々であり、操作デバイスとしてのキーボード15aやマウス15bの操作を監視し、操作された場合には各種の外部機器を適切に制御して対応する演算処理などを実行

し、さらには、処理結果をディスプレイ17aに表示したり、カラープリンタ17bに出力したりすることになる。

【0043】かかるコンピュータシステム10では、画像入力デバイスであるスキャナ11aなどで画像データを取得し、アプリケーション12dによる所定の画像処理を実行した後、画像出力デバイスとしてのディスプレイ17aやカラープリンタ17bに表示出力することが可能である。この場合、単に画素同士の対応に着目すると、カラープリンタ17bにおける画素密度とスキャナ11aの画素密度が一致する場合にはスキャンした元画像の大きさと印刷される画像の大きさとが一致するが、両者にずれがあれば画像の大きさが異なることになる。スキャナ11aの場合はカラープリンタ17bの画素密度と近似するものも多いが、高画質化のために画素密度の向上が図られているカラープリンタ17bの画素密度の方が一般的な画像入力デバイスにおける画素密度よりも高密度であることが多い。特に、ディスプレイ17aの表示密度と比較すると各段に高密度であり、ディスプレイ17a上で表示を画素単位で一致させて印刷させるとなると極めて小さな画像になりかねない。

【0044】このため、オペレーティングシステム12aで基準となる画素密度を決定しつつ実際のデバイスごとの画素密度の相違を解消するために解像度変換が実施される。例えば、ディスプレイ17aの解像度が720DPIであるとするとき、オペレーティングシステム12aで360DPIを基準とするならば、ディスプレイドライバ12bが両者の間の解像度変換を実施する。また、同様の状況でカラープリンタ17bの解像度が720DPIであればプリンタドライバ12cが解像度変換を実施する。

【0045】解像度変換は画像データにおける構成画素数を増やす処理にあたるので補間処理に該当し、これらのディスプレイドライバ12bやプリンタドライバ12cがその機能の一つとして補間処理を実施する。ここにおいて、ディスプレイドライバ12bやプリンタドライバ12cは上述した画素補間手段C2はもとより、以下に述べるように補間倍率取得手段C3や補間処理選択手段C4を実行し、解像度変換にて画質が劣化しないようにしている。なお、かかるディスプレイドライバ12bやプリンタドライバ12cは、ハードディスク13bに記憶されており、起動時にコンピュータ本体12にて読み込まれて稼働する。また、導入時にはCD-ROMであるとかフロッピーディスクなどの媒体に記録されてインストールされる。従って、これらの媒体は画像データ補間プログラムを記録した媒体を構成する。

【0046】本実施形態においては、画像データ補間装置をコンピュータシステム10として実現しているが、必ずしもかかるコンピュータシステムを必要とするわけではなく、同様の画像データに対して補間処理が必要な

システムであればよい。例えば、図3に示すようにデジタルスチルカメラ11b1内に補間処理する画像データ補間装置を組み込み、補間処理した画像データを用いてディスプレイ17a1に表示させたりカラープリンタ17b1に印字させるようなシステムであっても良い。また、図4に示すように、コンピュータシステムを介することなく画像データを入力して印刷するカラープリンタ17b2においては、スキャナ11a2やデジタルスチルカメラ11b2あるいはモデム14a2等を介して入力される画像データについて自動的に解像度変換を行つて印刷処理するように構成することも可能である。

【0047】この他、図5に示すようなカラーファクシミリ装置18aや図6に示すようなカラーコピー装置18bといった画像データを扱う各種の装置においても当然に適用可能である。図7および図8は、上述したプリンタドライバ12cが実行する解像度変換に関するソフトウェアフローを示している。ここで、前者は汎用的なフローを示しており、後者は本実施形態の具体的なフローを示している。

【0048】ステップST102は元画像データを入力する。アプリケーション12dにてスキャナ11aから画像を読み込み、所定の画像処理を行つた後で印刷処理すると、所定の解像度の印刷データがオペレーティングシステム12aを介してプリンタドライバ12cに引き渡されるため、この引渡しの段階が該当する。もちろん、スキャナ11aにて画像を読み込むものであってもよい。この処理はソフトウェアとしてみると画像データ取得ステップということになるが、当該画像データ取得ステップを含めてコンピュータに実行させる各種のステップは、オペレーティングシステム12a自体やハードウェアを直接に含まないものとして理解することができる。これに対して、CPUなどのハードウェアと有機一体的に結合したものと考えると画像データ取得手段C1に該当する。

【0049】ステップST104は、読み込んだ画像データについての補間倍率を取得する処理である。この補間倍率の取得処理の詳細は後述する。ステップST108では得られた補間倍率に対応して当該画像データに最適な補間処理を選択し、ステップST110, ST112, ST114におけるいずれかの補間処理1～Nを実行せることになる。従つて、ステップST104は補間倍率取得ステップに相当するし、ステップST110, ST112, ST114に示す各補間処理1～Nが具体的に画像補間ステップに相当する。また、ステップST108は補間倍率に基づいて補間処理を選択するので補間処理選択ステップに相当する。

【0050】もちろん、これらがCPUなどのハードウェアと有機一体的に結合したものと考えると画像補間手段C2や補間倍率取得手段C3や補間処理選択手段C4を構成することになる。そして、補間処理が終了すればス

テップST120にて補間された画像データを出力する。プリンタドライバ12cの場合、解像度変換だけで印刷データが得られるわけではなく、色変換であるとか、ハーフトーン処理が必要になる。従つて、ここで画像データを出力するというのは、次の段階へのデータの受け渡しを意味することになる。

【0051】次に、以上のような汎用的なフローに対してより具体的な処理について説明する。ステップST202ではステップST102と同様にして元画像データを入力し、ステップST204では補間倍率を取得するために補間画像データサイズを入力する。この補間画像データサイズを入力するのは、上述したステップST104に対応して補間倍率を取得するためであり、ここで補間倍率取得手段について説明する。図9はプリンタドライバ12cがオペレーティングシステム12aから得られる情報に基づいて補間倍率を取得する例を示している。第一の例として、オペレーティングシステム12aが直にプリンタドライバ12cに対して補間倍率を指定する場合がある。この場合には、その補間倍率を使用する。第二の例として、オペレーティングシステム12aが印刷される画像の大きさをピクセル単位などによって指定する場合がある。この場合には、この大きさに基づいて補間倍率を演算で求める。例えば、元画像データの縦横がWs×Hsピクセルであり、補間画像データの縦横がWd×Hdピクセルだとすると、縦横比を変更しないことを前提として補間倍率はWd/Ws（あるいはHd/Hs）となる。

【0052】第三の例として、オペレーティングシステム12aが管理する解像度を指定する場合がある。この場合には、プリンタドライバ12cはカラープリンタの解像度を基準としてその比を算出し、補間倍率を求める。例えば、オペレーティングシステム12aが管理する解像度が360dpiであり、カラープリンタの解像度が720dpiであれば補間倍率は2倍となる。本実施形態においては、このうちの第二の例に基づいて補間倍率を求めるものとし、上述したようにステップST204では補間画像データサイズを入力する。

【0053】以上のようにして、ステップST204にて補間画像データサイズを入力したらステップST202にて入力された元画像データのサイズとの比に基づいてステップST206では補間倍率が4倍を越えているか否かを判断し、ステップST208かステップST210のいずれかにて適切な補間処理を実行する。ここで、本実施形態において実行する補間処理の各手法について説明する。コンピュータグラフィックスのような非自然画に適するとともに演算処理量が極めて少ない補間処理として、ニアリスト法の補間処理がある。ニアリスト法は図10に示すように、周囲の四つの格子点Pi-j, Pi+j, Pi-j+1, Pi+j+1と内挿したい点Puvとの距離を求め、もっとも近い格子点のデ

ータをそのまま移行させる。これを一般式で表すと、 $P_{uv} = P_{ij}$  ここで、 $i = [u + 0.5]$ 、 $j = [v + 0.5]$  である。なお、 $[ ]$  はガウス記号で整数部分を取りことを示している。

【0054】図11は、ニアリスト法で画素数を縦横3倍ずつに補間する状況を示している。補間される画素は最初の四隅の画素のうちもっとも近い画素のデータをそのまま移行させることになる。従って、図12に示すように白い画素を背景として黒い画素が斜めに配置される元画像は、図13に示すように黒の画素が縦横に3倍に拡大されつつ斜め方向に配置される関係が保持される。ニアリスト法においては、画像のエッジがそのまま保持される特徴を有する。それ故に拡大すればジャギーが目立つもののエッジはエッジとして保持される。ただし、補間されるデータは格子点のデータそのものであるので、演算処理の面では負担が少ない。これに対して他の補間処理では補間される画素を周りの画素のデータを利用してなだらかに変化するようになる。従って、ジャギーが目立たなくなる反面、本来の元画像の情報は削られていってしまい、エッジがなくなることになってコンピュータグラフィックスなどの非自然画には適さなくなる。

【0055】一方、写真のような自然画に適する一方で演算処理量が大きい補間処理として、キューピック法の補間処理がある。キューピック法は図14に示すよう

$$P = [f(y_1) f(y_2) f(y_3) f(y_4)]$$

$$\begin{pmatrix} P_{11} & P_{21} & P_{31} & P_{41} \\ P_{12} & P_{22} & P_{32} & P_{42} \\ P_{13} & P_{23} & P_{33} & P_{43} \\ P_{14} & P_{24} & P_{34} & P_{44} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} f(x_1) \\ f(x_2) \\ f(x_3) \\ f(x_4) \end{pmatrix}$$

また、ここで距離に応じた影響度合いを3次たたみ込み関数で表すとすると、

$$f(t) = \{\sin(\pi t)\}/\pi t$$

となる。なお、上述した各距離  $x_1 \sim x_4$ ,  $y_1 \sim y_4$  は格子点  $P_{uv}$  の座標値 ( $u$ ,  $v$ ) について絶対値を利用して次のように算出することになる。

$$x_1 = 1 + (u - |u|) \quad y_1 = 1 + (v - |v|)$$

に、内挿したい点  $P_{uv}$  を取り囲む四つの格子点のみならず、その一周り外周の格子点を含む計16の格子点のデータを利用する。内挿点  $P_{uv}$  を取り囲む計16の格子点がそれぞれに値を備えている場合に、内挿点  $P_{uv}$  はそれらの影響を受けて決定される。例えば、一次式で補間しようすれば、内挿点を挟む二つの格子点からの距離に反比例させて重みづけ加算すればよい。 $X$  軸方向に注目すると、内挿点  $P_{uv}$  から上記16の格子点との距離は、図面上、左外側の格子点までの距離を  $x_1$ 、左内側の格子点までの距離を  $x_2$ 、右内側の格子点までの距離  $x_3$ 、右外側の格子点までの距離  $x_4$  と表しつつ、このような距離に対応した影響度合いを関数  $f(x)$  で表すこととする。また、 $Y$  軸方向に注目すると、内挿点  $P_{uv}$  から上記16の格子点との距離は、上方外側の格子点までの距離  $y_1$ 、上方内側の格子点までの距離  $y_2$ 、下方内側の格子点までの距離  $y_3$ 、下方外側の格子点までの距離  $y_4$  と表しつつ、同様に影響度合いは関数  $f(y)$  で表せる。

【0056】16の格子点は以上のような距離に応じた影響度合いで内挿点  $P_{uv}$  に寄与するので、全ての格子点にデータに対して  $X$  軸方向と  $Y$  軸方向のそれぞれの影響度合いで累積させる一般式は次式のようになる。

【0057】

【数1】

$$x_2 = (u - |u|) \quad y_2 = (v - |v|)$$

$$x_3 = 1 - (u - |u|) \quad y_3 = 1 - (v - |v|)$$

$$x_4 = 2 - (u - |u|) \quad y_4 = 2 - (v - |v|)$$

以上の前提のもとで  $P$  について展開すると、

【0058】

【数2】

$$P = [f(y_1) f(y_2) f(y_3) f(y_4)] \begin{Bmatrix} P_{11} \cdot f(x_1) + P_{21} \cdot f(x_2) + P_{31} \cdot f(x_3) + P_{41} \cdot f(x_4) \\ P_{12} \cdot f(x_1) + P_{22} \cdot f(x_2) + P_{32} \cdot f(x_3) + P_{42} \cdot f(x_4) \\ P_{13} \cdot f(x_1) + P_{23} \cdot f(x_2) + P_{33} \cdot f(x_3) + P_{43} \cdot f(x_4) \\ P_{14} \cdot f(x_1) + P_{24} \cdot f(x_2) + P_{34} \cdot f(x_3) + P_{44} \cdot f(x_4) \end{Bmatrix}$$

$$\begin{aligned} &= f(y_1) \{P_{11} \cdot f(x_1) + P_{21} \cdot f(x_2) + P_{31} \cdot f(x_3) + P_{41} \cdot f(x_4)\} \\ &\quad + f(y_2) \{P_{12} \cdot f(x_1) + P_{22} \cdot f(x_2) + P_{32} \cdot f(x_3) + P_{42} \cdot f(x_4)\} \\ &\quad + f(y_3) \{P_{13} \cdot f(x_1) + P_{23} \cdot f(x_2) + P_{33} \cdot f(x_3) + P_{43} \cdot f(x_4)\} \\ &\quad + f(y_4) \{P_{14} \cdot f(x_1) + P_{24} \cdot f(x_2) + P_{34} \cdot f(x_3) + P_{44} \cdot f(x_4)\} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= P_{11} \cdot f(x_1) \cdot f(y_1) + P_{21} \cdot f(x_2) \cdot f(y_1) + P_{31} \cdot f(x_3) \cdot f(y_1) + P_{41} \cdot f(x_4) \cdot f(y_1) \\ &\quad + P_{12} \cdot f(x_1) \cdot f(y_2) + P_{22} \cdot f(x_2) \cdot f(y_2) + P_{32} \cdot f(x_3) \cdot f(y_2) + P_{42} \cdot f(x_4) \cdot f(y_2) \\ &\quad + P_{13} \cdot f(x_1) \cdot f(y_3) + P_{23} \cdot f(x_2) \cdot f(y_3) + P_{33} \cdot f(x_3) \cdot f(y_3) + P_{43} \cdot f(x_4) \cdot f(y_3) \\ &\quad + P_{14} \cdot f(x_1) \cdot f(y_4) + P_{24} \cdot f(x_2) \cdot f(y_4) + P_{34} \cdot f(x_3) \cdot f(y_4) + P_{44} \cdot f(x_4) \cdot f(y_4) \end{aligned}$$

となる。なお、3次たたみ込み関数と呼ばれるように距離に応じた影響度合  $f(t)$  は次のような三次式で近似される。

#### 【0059】

##### 【数3】

$$f(t) = \frac{\sin(\pi t)}{\pi t}$$

$$\begin{cases} 1 - 2|t|^{**2} + |t|^{**3} & : 0 \leq |t| < 1 \\ 4 - 8|t| + 5|t|^{**2} - |t|^{**3} & : 1 \leq |t| < 2 \\ 0 & : 2 \leq |t| \end{cases}$$

このキューピック法では一方の格子点から他方の格子点へと近づくにつれて徐々に変化していき、その変化具合がいわゆる3次関数的になるという特徴を有している。

【0060】図15と図16はキューピック法にて補間される際の具体例を示している。理解を容易にするため、垂直方向についてのデータの変化ではなく、水平方向についてエッジが生じているモデルについて説明する。また、補間する画素を3点とする。まず、図16の具体的な数値について説明する。補間前の画素の階調値を左列に「Original」として示しており、階調値「64」の画素 ( $P_0, P_1, P_2, P_3$ ) が4点並び、階調値「128」の画素 ( $P_4$ ) を1点挿入し、階調値「192」の画素 ( $P_5, P_6, P_7, P_8, P_9$ ) が5点並んでいます。この場合、エッジは階調値「128」の画素の部分である。

【0061】ここで各画素間に3点の画素 ( $P_{n1}, P_{n2}, P_{n3}$ ) を内挿することになると、内挿される画

$$\begin{aligned} P_{21} &= 64*f(1.25) + 64*f(0.25) + 64*f(0.75) + 128*f(1.75) \\ &= 64*(-0.14063) + 64*(0.890625) + 64*(0.296875) + 128*(-0.04688) \\ &= 61 \end{aligned}$$

となる。

【0063】キューピック法によれば3次関数的に表せ

素間の距離は「0.25」となり、上述した  $x_1 \sim x_4$  は内挿点毎に表の中程の列の数値となる。 $x_1 \sim x_4$  に対応して  $f(x_1) \sim f(x_4)$  も一義的に計算されることになり、例えば、 $x_1, x_2, x_3, x_4$  が、それぞれ「1.25」、「0.25」、「0.75」、「1.75」となる場合、それに対する  $f(t)$  については、概略「-0.14」、「0.89」、「0.30」、「-0.05」となる。また、 $x_1, x_2, x_3, x_4$  が、それぞれ「1.50」、「0.50」、「0.50」、「1.50」となる場合、それに対する  $f(t)$  については、「-0.125」、「0.625」、「0.625」、「-0.125」となる。また、 $x_1, x_2, x_3, x_4$  が、それぞれ「1.75」、「0.75」、「0.25」、「1.25」となる場合、それに対する  $f(t)$  については、概略「-0.05」、「0.30」、「0.89」、「-0.14」となる。以上の結果を用いて内挿点の階調値を演算した結果を表の右列に示しているとともに、図15においてグラフで示している。なお、このグラフの意味するところについて後に詳述する。

【0062】垂直方向についてのデータの変化がないものとみなすと、演算は簡略化され、水平方向に並ぶ四つの格子点のデータ ( $P_1, P_2, P_3, P_4$ ) だけを参照しつつ、内挿点から各格子点までの距離に応じた影響度合  $f(t)$  を利用して次のように算出できる。

$$P = P_1 \cdot f(x_1) + P_2 \cdot f(x_2) + P_3 \cdot f(x_3) + P_4 \cdot f(x_4)$$

従って、内挿点  $P_{21}$  について算出する場合には、

る以上、そのカーブの形状を調整することによって補間結果の品質を左右することができる。その調整の一例と

して、

$$0 < t < 0.5 \quad f(t) = -(8/7)t^{**3} - (4/7)t^{**2} + 1$$

$$0.5 < t < 1 \quad f(t) = (1-t)(10/7)$$

$$1 < t < 1.5 \quad f(t) = (8/7)(t-1)^{**3} + (4/7)(t-1)^{**2} - (t-1)$$

$$1.5 < t < 2 \quad f(t) = (3/7)(t-2)$$

としたものをハイブリッドバイキューピック法と呼ぶことにする。

【0064】図17はハイブリッドバイキューピック法にて補間される際の具体例を示しており、キューピック法の場合と同じ仮定のモデルについて補間した結果を示している。また、図15にもハイブリッドバイキューピック法による補間処理結果を示しており、この例では3次関数的なカーブがわずかに急峻となり、画像全体のイメージがシャープとなる。上述したニアリスト法やキューピック法やハイブリッドバイキューピック法の特性の理解のために他の補間手法である共1次内挿法（バイリニア補間：以下、バイリニア法と呼ぶ）について説明する。

【0065】バイリニア法は、図18に示すように、一方の格子点から他方の格子点へと近づくにつれて徐々に変化していく点でキューピック法に近いが、その変化が両側の格子点のデータだけに依存する一次関数的である点で異なる。すなわち、内挿したい点  $P_{uv}$  を取り囲む四つの格子点  $P_{ij}, P_{i+1j}, P_{ij+1}, P_{i+1j+1}$  で区画される領域を当該内挿点  $P_{uv}$  で四つの区画に分割し、その面積比で対角位置のデータに重み付けする。これを式で表すと、

$$\begin{aligned} P = & \{ (i+1) - u \} \{ (j+1) - v \} P_{ij} + \\ & \{ (i+1) - u \} \{ v - j \} P_{ij+1} + \{ u - i \} \{ (j+1) - v \} P_{i+1j} + \{ u - i \} \{ v - j \} P_{i+1j+1} \end{aligned}$$

となる。なお、 $i = [u]$ 、 $j = [v]$  である。

【0066】二つのキューピック法とバイリニア法は一方の格子点から他方の格子点へと近づくにつれて徐々に変化していく点で共通するが、その変化状況が3次関数的であるか1次関数的であるかが異なり、画像としてみたときの差異は大きい。図19はニアリスト法とキューピック法とハイブリッドバイキューピック法とバイリニア法における補間結果の相違を理解しやすくするために二次元的に表した図である。同図において、横軸に位置を示し、縦軸に補間関数を示している。もちろん、この補間関数は上述した距離に応じた影響度合いに該当する。 $t = 0, t = 1, t = 2$  の位置に格子点が存在し、内挿点は  $t = 0 \sim 1$  の位置となる。

【0067】バイリニア法の場合、隣接する二点間 ( $t = 0 \sim 1$ ) で直線的に変化するだけであるので境界をスムージングすることになり、画面の印象はぼやけてしまう。すなわち、角部のスムージングと異なり、境界がスムージングされると、コンピュータグラフィックスでは、本来あるべき輪郭がなくなってしまうし、写真にお

いてはピントが甘くなってしまう。一方、キューピックにおいては、隣接する二点間 ( $t = 0 \sim 1$ ) においては山形の凸を描いて徐々に近接するのみならず、さらに同じ二点間の外側 ( $t = 1 \sim 2$ ) において下方に押し下げる効果をもつ。すなわち、あるエッジ部分は段差が生じない程度に大きな高低差を有するように変化され、写真においてはシャープさを増しつつ段差が生じないという好適な影響を及ぼす。また、ハイブリッドバイキューピックではよりシャープさを増す影響を及ぼす。なお、キューピック法は演算処理量が大きく、補間倍率が大きくなつて補間すべき画素数が大きくなれば多大な演算処理量を要することになる。

【0068】画質の面を重視すれば、キューピック法のような三次関数を選びそうであるが、コンピュータの処理では速度と画質のバランスも大きい。すなわち、画質の向上程度に応じて処理速度の低下具合の許容度が大きくなるが、画質の向上が微量あるいは多少画質が向上落ちるとしても処理速度が高速である方を好むという場合もある。一方、以上のような補間関数の比較とともに具体的な数値を示す図15、図16、図17を参照するとより理解しやすい。図15の例を参照し、もともとのエッジ部分である階調値「64」の画素 (P3) と、階調値「128」の画素 (P4) と、階調値「192」の画素 (P5) という三点に注目してみると、単純に直線的に連結する手法はバイリニア法に相当し、これに対してキューピック法では具体的なS字カーブが形成されているし、ハイブリッドバイキューピック法ではそのS字カーブがより急峻となっている。もちろん、S字カーブの方向は画素の階調値変化を急峻とする方向であり、だからこそエッジが強調されている。また、このエッジ画素に隣接する領域 (P2～P3、P5～P6) ではいわゆるアンダーシュートとオーバーシュートが生じており、低い側に生じるアンダーシュートと高い側に生じるオーバーシュートにより、エッジ画素を挟む両側の高低差が大きくなる。従って、これらの二つの要因によってエッジが強調されることが理解できる。

【0069】画像がシャープに見えるか否かはこのS字カーブにおける中央部分の傾斜角度が影響を与えることも容易に理解できる。また、エッジの両側のアンダーシュートとオーバーシュートによって生じる高低差も同様に影響を与えるものといえる。図8に示す本実施形態のフローは、速度面を重視したものである。すなわち、基本的にはニアリスト法での補間処理を実行し、必要に応じてハイブリッドバイキューピック法の補間処理を実行する。より具体的には、ステップST206にて補間倍率が4倍を越えているか否かを判断し、4倍を越えていないならばステップST208にて補間倍率  $\beta$  が  $W_d / W_s$  であるとしてニアリスト法による補間処理を実行する。

【0070】しかしながら、補間倍率が4倍を越えてい

るような場合にニアリスト法だけで補間処理するとジャギーが目立ってしまい、画質の低下を免れない。このため、ステップST206にて補間倍率が4倍を越えていると判断された場合には、先ず、ハイブリッドバイキューピック法にて、所定の整数倍に拡大し、重ねて不足分の補間をニアリスト法で行う。ここでハイブリッドバイキューピック法で拡大を行なうものとしているが、整数倍の補間処理となるので演算処理量を比較的少なくすることができる。

【0071】本来、ハイブリッドバイキューピック法にしてもキューピック法にしてもかかる補間処理自体は任意の倍率で実行可能である。しかしながら、整数倍の補間処理を受け付けるようにすると、補間すべき画素が減り、処理の高速化を図ることができる。図20は水平方向と垂直方向に2倍に補間する処理例を示している。予め、補間後の画像データについての変数領域を確保すると、整数倍の補間処理であれば元画像の画像データは整数倍した座標値に対応する画素の画像データとなる。図に示す例で言えば、旧座標値(0, 0)は新座標値(0, 0)に対応し、旧座標値(1, 0)は新座標値(2, 0)に対応し、旧座標値(0, 1)は新座標値(0, 2)に対応し、旧座標値(1, 1)は新座標値(2, 2)に対応するということである。従って、残りの座標値についてのみ上述した補間処理に対応して画像データを生成していく。この場合、画像データの幅方向を主走査方向とし、長さ方向を副走査方向として順に走査していくことも可能であるし、画像データがある四つの格子点に囲まれた各ブロック毎に内部の座標値の補間処理をしていく埋めていくことも可能である。

【0072】このようにして演算処理量をさほど大きくすることなく、ハイブリッドバイキューピック法で整数倍の補間処理してから、残りの補間倍率 $\beta = W_d / (\alpha \cdot W_s)$ をニアリスト法で補間する。いま、VGAサイズ( $640 \times 480$ )の画像を2Lプリントサイズに印刷する例について各補間処理の負担を説明する。元画像データのサイズについては、

$$W_s = 640, H_s = 480 \text{ (ピクセル)}$$

となり、補間画像データのサイズである2Lプリントサイズは、 $16\text{cm} \times 12\text{cm}$ であるから $6.299\text{in} \times 4.724\text{in}$ である。最終解像度が720DPIとすると、ピクセル単位で示す補間画像データのサイズは、 $W_s = 4535, H_s = 3401$  (ピクセル)となる。すると、全体倍率 $W_d / W_s$ は $4536 / 640 = 7.0875$ である。

【0073】ステップST206で分岐判断するのは、ジャギーが生じないようにニアリスト法による補間倍率を4倍以下にさせようとする意図がある。そして、全体倍率が4倍を越える場合にニアリスト法ハイブリッドバイキューピック法による補間処理を実行する。整数倍のハイブリッドバイキューピック法を実行するために、最

低でも2倍の補間を行わせる必要がある。全体倍率 $W_d / W_s$ が「4倍」を越え、前段階での補間で不足する倍率が4倍を越えないようにするためには、少なくとも全体倍率( $W_d / W_s$ )の $1 / 4$ の倍率以上を前段階での補間で実行しておかなければならない。従って、

$$\begin{aligned}\alpha &= (W_d / W_s) \times 1 / 4 \\ &= W_d / 4 W_s\end{aligned}$$

ということになる。ニアリスト法による補間に若干の余裕を加えるとすれば、

$$\alpha = W_d / 5 W_s$$

とすることができる。ただ、これではハイブリッドバイキューピック法を整数倍で実行したときに1倍にしかならない場合があるため、最低でも2倍となるようにする必要がある。このため、

$$\alpha = W_d / 5 W_s + 1$$

として求めることにする。むろん、端数は後でカットする。すると、ハイブリッドバイキューピック法による補間倍率 $\alpha$ は、 $W_d / 5 W_s + 1 = 4536 / (5 * 640) + 1 = 2.4175$ となるので、その整数分として $\alpha = 2$ となる。すると、ニアリスト法の補間倍率 $\beta$ は、 $\beta = W_d / \alpha W_s = 4536 / (2 * 640) = 3.54375$

となる。

【0074】そして、いずれかの補間処理により新たな座標値について全て補間処理したときにステップST214にて補間画像データを次段の処理へ引き渡す。ただし、補間倍率によっては補間画像データのデータ量が極めて多大になることもあるし、そもそもプリンタドライバ12cが利用可能なメモリ領域がさほど多くない場合もある。このような場合には一定のデータ量ごとに分けて出力するようにしても構わない。

【0075】このように図8に示すフローは速度面を重視したものであるが、画質面を重視する処理も可能であり、その一例を図21に示している。図21に示すフローと図20に示すフローとの違いはステップST308で実行する補間処理がニアリスト法であるかハイブリッドバイキューピック法であるかという点である。このように常にハイブリッドバイキューピック法を実行するのは上述したような自然画における補間結果を向上させるという意味で画質重視の処理と言える。ただし、演算処理の負担量が大きいので、補間倍率が大きくなつたときでも全てまかなかおうとすれば大変な処理量となってしまう。このため、4倍まではハイブリッドバイキューピック法で補間処理を実行するが、それを越える補間処理はニアリスト法によって処理量の急増を防止している。

【0076】また、以上の例では、補間倍率が一定以上となつたときに複数の補間処理を実行するようにしているが、必ずしも補間処理を重ねて実行する必要はなく、特定の補間倍率毎に異なる補間処理を用意しておいてよい。上述したようにキューピック法においてはカーブ

の調整が可能であるから、補間倍率に応じてかかる調整パラメータを複数用意しておき、補間処理としてはキューピック法であるもののパラメータが異なることによって補間結果が変化するようにしておくことも可能である。

【0077】このように、画像入力デバイスとしてスキヤナ11aなどを有するとともに画像出力デバイスとしてカラープリンタ17bなどを有するコンピュータシステム10において、プリンタドライバ12cはステップST202にて元画像データを入力し、ステップST204にて補間画像データのサイズを入力することにより、ステップST206にて補間倍率を求めつつ、当該補間倍率に応じてステップST208のニアリスト法だけによる補間処理を実行するか、ST210のハイブリッドバイキューピック法の補間処理とニアリスト法の補間処理とを重ねて実行するようにしたため、補間倍率に応じた最適な補間結果を極めて容易に得ることができる。

【0078】次に、複数の補間処理を重ねて実行する場合にそれぞれ最適な補間倍率で補間処理を実行する実施形態について説明する。図22は、このような画像データ補間装置を表すブロック図である。本画像データ補間装置では、画像データ取得手段D1が画像データを取得し、補間倍率取得手段D2が上記解像度の差異に基づく補間倍率を取得する。画素補間手段D3は取得された画像データの構成画素数を取得された補間倍率に応じて増やす補間処理を行うが、この際に同補間倍率を整数倍率の第一の倍率と残りの第二の倍率とに分離し、相互に異なる補間処理で第一の倍率の補間と第二の倍率の補間とを重ねて実行する。ここでは、特にカラー画像の印刷結果を改善させることにする。

【0079】上述したカラープリンタ17bには、プリンタドライバ12cを介してアプリケーション12dの処理結果が印刷データとして出力され、同カラープリンタ17bは色インクを用いて印刷用紙上にドットを付すことにより、対応する画像を印刷する。図23～図25にはこのようなカラープリンタの一例としてカラーインクジェットプリンタ21の概略構成を示している。本カラーインクジェットプリンタ21は、三つの印字ヘッドユニットからなる印字ヘッド21aと、この印字ヘッド21aを制御する印字ヘッドコントローラ21bと、当該印字ヘッド21aを軸方向に移動させる印字ヘッド軸移動モータ21cと、印字用紙を行方向に送る紙送りモータ21dと、これらの印字ヘッドコントローラ21bと印字ヘッド軸移動モータ21cと紙送りモータ21dにおける外部機器とのインターフェイスにあたるプリンタコントローラ21eとからなるドット印刷機構を備え、印刷データに応じて印刷用紙である記録媒体上で印字ヘッド21aを走査しながら画像印刷可能となっている。

【0080】また、図24は印字ヘッド21aのより具体的な構成を示しており、図25はインク吐出時の動作を示している。印字ヘッド21aには色インクタンク21a1からノズル21a2へと至る微細な管路21a3が形成されており、同管路21a3の終端部分にはインク室21a4が形成されている。このインク室21a4の壁面は可撓性を有する素材で形成され、この壁面に電歪素子であるピエゾ素子21a5が備えられている。このピエゾ素子21a5は電圧を印加することによって結晶構造が歪み、高速な電気-機械エネルギー変換を行うものであるが、かかる結晶構造の歪み動作によって上記インク室21a4の壁面を押し、当該インク室21a4の容積を減少させる。すると、このインク室21a4に連通するノズル21a2からは所定量の色インク粒が勢いよく吐出することになる。このポンプ構造をマイクロポンプ機構と呼ぶことにする。

【0081】なお、一つの印字ヘッドユニットには独立した二列のノズル21a2が形成されており、各列のノズル21a2には独立して色インクが供給されるようになっている。従って、三つの印字ヘッドユニットでそれぞれ二列のノズルを備えることになり、最大限に利用して六色の色インクを使用することも可能である。図23に示す例では、左列の印字ヘッドユニットにおける二列を黒インクに利用し、中程の印字ヘッドユニットにおける一列だけを使用してシアン色インクに利用し、右列の印字ヘッドユニットにおける左右の二列をそれぞれマゼンタ色インクとイエロー色インクに利用している。

【0082】本実施形態においては、上述したようなハードウェアシステムを前提とし、コンピュータシステム10の画像入力デバイスで取得した画像データに基づいて印刷を実行する。その際、元の画像データの解像度とカラープリンタ17bの解像度とに差がある場合には補間処理を実行することになる。ここで、アプリケーション12dが印刷処理を実行した際にカラープリンタ17bに対して印刷データが出力される際の解像度と階調度の変化について説明する。図28は画像データの流れを示している。

【0083】ドットマトリクス状の画素として表した元画像データの解像度は180dpi以下であって256階調であるとすると、最初にステップST402の画素補間処理を実行してカラープリンタ17aの解像度である720dpiに解像度を一致させる。すると、補間された画像データは720dpiで256階調となり、この後、カラープリンタ17bの色インクに合わせてステップST404の色変換処理が行なうと256階調のCMYK画像データとなり、最後にステップST406のハーフトーン処理を行なってカラープリンタ17bにおける表現階調度である2階調とする。

【0084】この例で言えばステップST402における画素補間処理が本発明の画像データ補間装置を構成す

ことになるが、当該ステップを含めた一連の画像データ処理はプリンタドライバ12cが実施している。従つて、プリンタドライバ12cが上述した画像データ取得手段D1や補間倍率取得手段D2や画素補間手段D3を構成していると言える。このプリンタドライバ12cも、ハードディスク13bに記憶されており、起動時にコンピュータ本体12にて読み込まれて稼働する。そして、導入時にはCD-ROMであるとかフロッピーディスクなどの媒体に記録されてインストールされている。従つて、これらの媒体は画像データ補間プログラムを記録した媒体を構成する。

【0085】このように、本実施形態においては、画像データ補間装置をコンピュータシステム10として実現してカラープリンタ17bに印刷データを出力する過程で実現しているが、対象となる印刷装置は上述したインクジェット方式のカラープリンタ21に限定されるものではない。同カラープリンタ21はマイクロポンプ機構を採用するインクジェット方式のものであるがマイクロポンプ機構以外のものを採用することも可能である。

【0086】例えば、図26に示すようにノズル21a6近傍の管路21a7の壁面にヒータ21a8を設けておき、このヒータ21a8に加熱して気泡を発生させ、その圧力で色インクを吐出するようなバブルジェット方式のポンプ機構も実用化されている。また、他の機構として図27にはいわゆる電子写真方式のカラープリンタ22の主要部概略構成を示している。感光体としての回転ドラム22aの周縁には回転方向に対応して帯電装置22bと露光装置22cと現像装置22dと転写装置22eとが配置され、帯電装置22bにて回転ドラム22aの周面を均一に帯電させた後、露光装置22cによって画像部分の帯電を除去し、現像装置22dで帯電していない部分にトナーを付着させ、転写装置22eによって同トナーを記録媒体としての紙上に転写させる。その後、ヒータ22fとローラ22gとの間を通過させて同トナーを溶融して紙に定着させている。そして、これらが一組となって一色のトナーによる印刷を行わせることになるので、合計四色分が個別に備えられている。

【0087】すなわち、その印刷手法の具体的な構成は特に限定されるものではない。また、このような個別的な印刷手法の適用範囲のみならずその適用態様についても各種の変更が可能である。次に、本画像データ補間装置を実現する場合の具体的な処理について説明する。図29は、上記画素補間処理のより詳細な内容を示している。ステップST502では元画像データを入力する。例えば、アプリケーション12dにてスキャナ11aから画像を読み込み、所定の画像処理を行った後で印刷処理すると、所定の解像度の印刷データがオペレーティングシステム12aを介してプリンタドライバ12cに引き渡されるため、この引渡の段階が該当する。むろん、スキャナ11aにて画像を読み込むものであってもよ

く、いずれにしても当該処理がソフトウェアとしてみると画像データ取得ステップということになるし、CPUなどのハードウェアと有機一体的に結合したものと考えると画像データ取得手段D1に該当する。

【0088】ステップST504は、読み込んだ画像データについての補間倍率を取得する処理であり、この例では補間倍率を取得するために補間画像データサイズを入力する。補間倍率の具体的な取得手法については上述したような種々の手法があるが、図9に示す第二の例に基づいて補間倍率を求めるものとし、ステップST504では補間画像データサイズを入力する。むろん、このステップST504の処理が補間倍率取得ステップに該当するし、ハードウェアと有機一体的に結合したものが補間倍率取得手段D2を構成する。

【0089】このステップST504にて補間画像データサイズを入力したらステップST506では元画像データの解像度が180dpi未満であるか否かを判断し、ステップST508かステップST510のいずれかにて適切な補間処理を実行する。180dpiをしきい値の基準とするのは上述したカラープリンタ17bの印刷特性に起因するものであり、次のような理由による。上述したようにカラープリンタ17bの解像度は720dpiであり、極めて高解像度であるし、さらに1440dpiといったものも開発されている。しかしながら、補間画像を高解像度のプリンタで出力する場合、プリンタの解像度が高まればそれと比例して画質が向上するとは必ずしも言い切れない。

【0090】元画像データの解像度がさほど高くない場合、解像度を一致させることなくドット単位で対応させて印刷させると画像は小さくなってしまう。従つて、通常は解像度を一致させて印刷する。元の解像度が低ければ本来の画像データには含まれていなかった画素を補間して増やすことになるため、何らかの補間処理が必要になる。この補間処理は上述した各種のものを採用可能であるが、それぞれに特徴がある。これを端的に表現するならば、最も近い画素の画像データをそのまま複写するものと、何らかの演算処理を行なうことによって補間画素を生成していくものとに分類できる。直感的にも後者の方が処理量が増え、画質の向上が図れると言えるが、限度がある。

【0091】経験的に言えば、720dpiの解像度のカラープリンタ17bにおいては360dpiよりも低い解像度の画像データを720dpiの解像度に一致させる場合にはもはや補間処理の手法はさほど影響を与えない。これは人間の視認力とカラープリンタ17bにおける印刷手法との関係から導き出される限界といえる。ただし、360dpi以下の解像度で言えば、画質の変化は視認可能である。例えば、180dpiの解像度の画像データを前者の手法で補間処理した結果と後者の手法で補間処理した結果とでは後者のものの方が高画質で

あると判断できるのである。従って、360 dpi以下の補間処理と、これを超える解像度での補間処理についてそれぞれ特徴を異にする補間処理を選択する意義は大きい。

【0092】それでは、360 dpi以下で実行する補間処理について演算処理をする補間処理を実行するとして、360 dpiまで補間処理することが最善であるかというとそうとは言えない。かかる補間処理は増加する画素ごとに多くの演算処理を要するため、任意の倍率で補間処理しようとすると最悪の場合には補間後の画像データの全ての画素を演算により算出しなければならなくななり、演算時間が多大となる。

【0093】図20で示したように、補間処理自体は任意の倍率で実行可能であるにしても、整数倍の補間処理だけを受け付けるようにすると、演算すべき画素が減り、処理の高速化を図ることができる。むろん、画像データの幅方向を主走査方向とし、長さ方向を副走査方向として順に走査していくことも可能であるし、画像データがある四つの格子点に囲まれた各ブロック毎に内部の座標値の補間処理をしていくことも可能である。

【0094】従って、360 dpi以下では演算処理を実行する補間処理で整数倍の補間を実行し、残りの不足分についてできる限り処理量が少ない補間処理で補間するのが最善と言えることになる。なお、かかるしきい値については最終の印刷解像度であるとか表現可能な階調度の影響を受け、一概には確定できない面もある。本実施形態においては、ステップST506にて元画像データの解像度が180 dpi未満であると判断するとステップST508の補間処理を実行するが、その補間処理は、まず、180～360 dpiとするための整数倍の補間倍率を第一の倍率として導出し、当該第一の倍率をハイブリッドバイキューピック法の補間処理で補間する。そして、整数倍した後の不足分を第二の倍率としてニアリスト法の補間処理で補間する。

【0095】それぞれの補間処理の特徴を考慮しつつ図29に示す本実施形態のフローにあてはめてみると、最初に演算処理量は要するものの補間する画素数が比較的少なく済むような整数倍の補間処理を実行し、次いで補間する画素数が多くなるものの殆ど演算処理を要しない補間処理を実行することになり、最善の手法と言える。元画像データが150 dpiであるとすれば、360 dpi以下で整数倍の補間倍率となるのは「2」倍であり、ハイブリッドバイキューピック法による補間処理で解像度は300 dpiとなる。従って、不足分の倍率は(720/300=)「2.4」倍となり、これを第二の倍率としてニアリスト法で補間処理する。むろん、このようにして第一の倍率を決定して対応する補間処理を実行するとともに、不足分の第二の倍率を決定して対応する補間処理を実行することになるステップST508

の処理が画像補間ステップということになるし、CPUなどのハードウェアと有機一体的に結合したものと考えると画像補間手段D3を構成することになる。

【0096】図29に示す例では、印刷装置としてのカラープリンタ17bが720 dpiであることを前提として第一の倍率を決定している。すなわち、最初に180～360 dpiの範囲となるように整数倍の補間処理を行っている。しかしながら、印刷装置の解像度が600 dpiというように低くなつた場合には、同範囲の上限を解像度の整数分の一以下となるようになる。従って、この例であれば上限を300 dpiとする。

【0097】図30に示す例では、ステップST608にて第一の倍率を決定する際に、この範囲が180 dpi～300 dpiとなる。例えば、元画像データが72 dpiで入力されたとすると、300 dpi以下で整数倍の補間倍率となるのは「4」倍であり、ハイブリッドバイキューピック法による補間処理で288 dpiまで補間される。そして、残りの約(600/288=)

「2.1」倍を第二の倍率としてニアリスト法で補間処理することになる。

【0098】なお、ステップST506やステップST606にて元画像データの解像度が180 dpiを越えていると判断されたときには、上述したように印刷装置の解像度に一致させる補間処理の手法と画質の向上が必ずしも比例しないため、ステップST510やステップST610では処理の簡易なニアリスト法で補間処理するようになっている。そして、補間処理が終了すればステップST514やステップST614にて補間された画像データを出力する。ただし、この後、ステップST404の色変換処理と、ステップST406のハーフトーン処理を実行することになるので、ここで画像データを出力するというのは、次の段階へのデータの受け渡しを意味することになる。

【0099】このように、インクジェット方式のカラープリンタ17bなどを有するコンピュータシステム10において、当該カラープリンタ17bの解像度と元画像データの解像度とが一致しない場合に補間処理を実行することになるが、その際に補間倍率を整数倍の補間倍率となる第一の倍率と、不足分の第二の倍率とに分離してそれをおいて異なる補間処理を実行するようにしたため、ハイブリッドバイキューピック法で整数倍の補間処理を実行しつつ、ニアリスト法で不足分の補間処理を重ねて実行するといったことができ、補間処理量と画質の向上との最適バランスを図ることが可能となる。

【0100】次に、複数の補間処理を実行する場合に補間処理を切り換える倍率を変化させる実施形態について説明する。これは、特に、人間の視認性能に起因しており、切換倍率を変えることによって演算の効率化を図ることができる。図31は、このような画像データ補間装置を表すブロック図である。本画像データ補間装置は微

妙な相関関係を持っている人間の視認性能を考慮しつつ構成画素の補間処理を実施するものであり、画像データ取得手段E1が画像をドットマトリクス状の画素で多階調表現した画像データを取得すると、画素補間手段E2が精度の高い演算手法で補間してから精度の低い演算手法で補間するが、同画素補間手段E2で上記画像データを基準として補間処理するにあたり、印刷する際の精細度を精細度検出手段E3が検出する。そして、この精細度検出手段E3で検出した精細度に基づいて補間倍率調整手段E4は上記画素補間手段E2における負担割合を算出するものとし、その際には高精細であるほど精度の高い演算手法に割り当てられる負担倍率が増加するよう補間倍率を調整する。上記画素補間手段E2は、このようにして調整される補間倍率に従って精度の高い演算手法で補間してから精度の低い演算手法で補間し、印刷データ出力手段E5は補間処理された補間画像データに基づいて所定の印刷データに変換して出力する。

【0101】ここで、アプリケーション12dが印刷処理を実行した際にカラープリンタ17bに対して印刷データが出力される際の解像度と階調度の変化について説明する。図32は画像データの流れを示している。アプリケーション12dはオペレーティングシステム12aに対して印刷要求を発生し、その際に出力サイズとRGB256階調の画像データを受け渡す。すると、オペレーティングシステム12aはプリンタドライバ12cに対してこの出力サイズと画像データを受け渡し、プリンタドライバ12cは印刷オプションを入力するためにオペレーティングシステム12aとデータの入出を行なう。ここで、オペレーティングシステム12aはディスプレイドライバ12bを介してディスプレイ17aに表示を行いつつ、キーボード15aやマウス15bの操作結果をプリンタドライバ12cに出力し、プリンタドライバ12cは操作結果を印刷オプションとして反映して印刷データを生成する。通常、この印刷データはCMYK2階調であり、オペレーティングシステム12aを介してハードウェアポートよりカラープリンタ17bに出力されることになる。

【0102】むろん、この例で言えばプリンタドライバ12cが上述した画像データ取得手段E1や画素補間手段E2や印刷データ出力手段E5とともに後述する処理内容に対応して精細度検出手段E3や補間倍率調整手段E4を構成することになる。次に、図33に示す印刷処理の内容に基づいて説明する。ステップST702では画像データを入力する。例えば、アプリケーション12dにてスキナ11aから画像を読み込み、所定の画像処理を行った後で印刷処理すると、所定の解像度の画像データがオペレーティングシステム12aを介してプリンタドライバ12cに引き渡されるため、この引渡の段階が該当する。むろん、スキナ11aにて画像を読み込むものであってもよく、いずれにしても当該処理が画

像データ取得ステップということになるし、CPUなどのハードウェアと有機一体的に結合したものと考えると画像データ取得手段E1に該当する。

【0103】ステップST702は、印刷する際の精細度を取得するために出力解像度の選択をする処理である。アプリケーション12dにて印刷処理を実行する際には、オペレーティングシステム12aがGUI環境を提供するものとすると図34に示すように印刷操作用のウィンドウ表示が行われる。ここで入力されるパラメータなどは各種のものを採用可能であるが、一例として、「(印刷)部数」、「開始ページ」、「終了ページ」などがある。また、操作指示ボタンとしては「OK」ボタンと「キャンセル」ボタンとともに、「プリンタの設定」ボタンも用意されている。

【0104】「プリンタの設定」を指示すると、図35に示すようなウィンドウ表示が行われる。このウィンドウ表示ではプリンタ毎の機能に応じた各種の設定を行うために用意されており、この例では「(印刷)解像度」として「360dpi」と「720dpi」の一方を選択できる。また、「用紙」として「A4」か「B5」、「印刷の向き」として「縦」か「横」を選択できる。本実施形態においては、この「解像度」の選択が重要な意味を持ち、ステップST704では解像度が既に選択されているのであれば設定ファイルを参照して読み出し、操作者が印刷操作に伴って解像度を変更する場合には変更後の解像度を出力解像度として読み出す。いずれにしても当該選択処理が精細度検出手段E3を構成することになるし、CPUなどのハードウェアと有機一体的に結合したものと考えると精細度検出手段E3を構成することになる。本実施形態においては、このようなウィンドウ表示に基づいてソフトウェア的に選択される解像度を精細度をして検出しているが、解像度の選択操作はこれに限られるものではなく、ソフトウェア的にもハードウェア的にも適宜変更可能である。ソフトウェアではウィンドウ表示以外の表示を行っても良いし、解像度を直に選択させるのではなく、印刷速度の速さ(精細であれば遅くなるし粗くなれば早くなるので)のように間接的に選択するようなものであっても構わない。

【0105】次のステップST706の処理では、選択されている解像度に応じて処理を分岐し、ステップST708, ST710にて切替解像度を設定する処理を行う。この切替解像度について詳述する前に画素補間処理の流れについて説明しておく。ステップST708では切替解像度を180dpiに設定するし、ステップST710では切替解像度を240dpiに設定する。そして、ステップST712では補間倍率を取得し、この補間倍率と上記切替解像度との関係から第一段階の補間倍率を求めてステップST714にてハイブリッドバイキューピック倍率とともに、続いて残りの補間倍率を求めてステップST716にてニアリスト倍率とした

後、それぞれの補間倍率を利用してステップST718とステップST720にて補間処理を実行する。この二段階の補間処理は異なる手法によるものであり、前者のものがいわゆる精度の高い演算手法による補間処理であり、後者のものがいわゆる精度の低い演算手法による補間処理である。

【0106】このように性格を異にする二つの演算手法を重ねて実行するのは次のような利点があるからである。ハイブリッドバイキュービック法は一つの補間画素に要する演算処理量が多いので、補間倍率が大きくなると実質的にかかる補間処理を採用することは不可能となる。一方、印刷用に補間処理を行うのは解像度の相違を解消することが多いし、印刷装置の解像度が上げられているのは低階調の印刷でありながらより画質を向上させるためであることが多い。すると、ある程度までドット径が小さくなってくると精度の高い演算処理結果が必ずしも良好な画質を得られるとは限らなくなるという現実もある。すなわち、ある程度を越えると演算処理量の増大の程度に比べて画質の向上がさほど得られないという現象が生じる。このため、ある程度まではハイブリッドバイキュービック法で補間処理するものの、それ以上についてはニアリスト法で補間処理しても画質の程度に大きな変化はない上、演算処理量は相対的に激減するという効果がある。

【0107】従って、ステップST712にて補間倍率を取得したら、この補間倍率を二段階で達成するようにステップST714にてハイブリッドバイキュービックキュービック倍率を設定するとともに、ステップST716にてニアリスト倍率を設定しなければならないが、この割り振りを行うのに必要となるのが切替解像度である。すなわち、上述したような演算処理量と画質の倍率のバランスを維持するために、ハイブリッドバイキュービック倍率とニアリスト倍率との比が一定となるよう決めることではなく、ハイブリッドバイキュービック法で切替解像度以上となるように補間処理を行い、残りの補間倍率をニアリスト法で補間処理することとしている。

【0108】また、このような切替解像度も、ハイブリッドバイキュービック法の補間処理で同切替解像度に一致させるように解像度を変換した後、不足分をニアリスト法とするわけではなく、あくまでも同切替解像度を超えるための最小整数倍率をハイブリッドバイキュービック倍率としている。これは、任意の倍率で補間処理しようとすると補間後の画像データの全ての画素を演算により算出しなければならず、演算時間が多大となるのに対し、整数倍率であると一部の画素は既存の画素の格子点と一致することになって実質的な演算処理量を減らすことができるからである。

【0109】さて、切替解像度を用いてハイブリッドバイキュービック法の補間倍率やニアリスト法の補間倍率を調整しているものの、同切替解像度自体を出力解像度

に応じてステップST708やステップST710にて変化させているのは次のような理由からである。具体例として、入力される画像データが170dpiのものと185dpiのものであるとし、切替解像度が180dpiというように固定された状態で、出力解像度を360dpiに設定した場合と出力解像度を720dpiに設定した場合とを比較してみる。この場合、前者の画像データはいずれにしてもハイブリッドバイキュービック法で2倍して340dpiに補間されるし、後者の画像データはハイブリッドバイキュービック法で補間されることはない。ただ、出力解像度が360dpiであるときには印刷の精細度があまり高いとはいえないで、ハイブリッドバイキュービック法を経た前者の画像データとハイブリッドバイキュービック法を経ない後者の画像データが最終的に360dpiとなつたときでも画質の逆転は見られない。しかし、出力解像度が720dpiであるときには精細になった分だけ、前者のものについての画質の向上分を視認できてしまい、逆転現象が起きてしまう。

【0110】このような微妙な感覚に基づく差であるから、切替解像度を出力解像度に比例して上げていくのが最適であるとも言えないし、さらには演算処理時間に対する寛容度も一因となっているので結果的には実験などによって定めていくほかはない。本実施形態の場合は、かかるバランスを考慮して出力解像度が360dpiの場合は切替解像度を180dpiに設定し、出力解像度が720dpiの場合は切替解像度を240dpiに設定している。すなわち、出力解像度が2倍になるのに対して切替解像度は1.33…倍となっている。

【0111】このようにした場合、先程の例を当てはめると、出力解像度が720dpiと設定したときのハイブリッドバイキュービック倍率については、170dpiのものと185dpiのものとはともに切替解像度240dpiよりも小さいので、それぞれ整数倍で240dpiを越えるようにするために2倍を設定する。すると、ハイブリッドバイキュービック法で340dpiと370dpiまで補間処理され、残りの720/340倍と720/370倍をニアリスト法で補間処理する。ハイブリッドバイキュービック法で340dpiと370dpiと補間処理されるので、画質が逆転するということはない。なお、ニアリスト倍率は整数倍とはならないが、元もとの演算量が少ないので大した問題とはならない。

【0112】ステップST718やステップST720にて補間処理を終了したら、続くステップST722にて色変換処理を行うとともに、ステップST724にてカラープリンタ17bの性能に応じた2階調へのハーフトーン処理を行う。ハーフトーン処理によれば低階調でありながらも多数のドットを利用してマクロ的に色のずれの最小化を図ることができる。そして、このようにし

て最終的に得られたCMYK2階調の印刷データはステップST726にてカラープリンタ17bに出力される。従って、このステップST722～ST726の処理が印刷データ出力ステップということになるし、CPHなどのハードウェアと有機一体的に結合したものと考えると印刷データ出力手段E5を構成することになる。もちろん、印刷装置に応じて具体的な印刷データの形態は変化することになるし、必ずしも直に印刷装置に出力される必要はなく、ファイル形式で保存されるようとしても構わない。従って、印刷データを出力するというのは、次の段階へのデータの受け渡しを意味すればよい。

【0113】このように、インクジェット方式のカラープリンタ17bなどを有するコンピュータシステム10において、当該カラープリンタ17bの解像度と元の画像データの解像度とが一致しない場合に補間処理を実行するが、この補間処理は先に精度の高い演算処理で切替解像度以上にした上で精度の低い演算処理で最終の解像度に一致させるようにしており、かつ、カラープリンタ17bにおける印刷時の精細度に応じて同切替解像度を変えるようにしたため、最終的な精細度が高くなるにつれて精度の高い演算処理の負担倍率が高くなり、精細度が高いにも関わらず画質的には劣化してしまうという逆転現象がおきにくくすることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態にかかる画像データ補間装置のフレーム対応図である。

【図2】同画像データ補間装置の具体的ハードウェアのブロック図である。

【図3】本発明の画像データ補間装置の他の適用例を示す概略図である。

【図4】本発明の画像データ補間装置の他の適用例を示す概略図である。

【図5】本発明の画像データ補間装置の他の適用例を示す概略図である。

【図6】本発明の画像データ補間装置の他の適用例を示す概略図である。

【図7】本発明の画像データ補間装置における汎用的なフローチャートである。

【図8】本発明の画像データ補間装置におけるより具体的なフローチャートである。

【図9】オペレーティングシステムからプリンタドライバに補間倍率を指定する状況を示す図である。

【図10】ニアリスト法の概念図である。

【図11】ニアリスト法で各格子点のデータが移行される状況を示す図である。

【図12】ニアリスト法の補間前の状況を示す概略図である。

【図13】ニアリスト法の補間後の状況を示す概略図である。

【図14】キューピック法の概念図である。

【図15】キューピック法の具体的適用時におけるデータの変化状況を示す図である。

【図16】キューピック法の具体的適用例を示す図である。

【図17】ハイブリッドバイキューピック法の具体的適用例を示す図である。

【図18】バイリニア法の概念図である。

【図19】補間関数の変化状況を示す図である。

【図20】整数倍の補間処理を示す概略図である。

【図21】他の補間処理のフローチャートである。

【図22】本発明の一実施形態にかかる画像データ補間装置のフレーム対応図である。

【図23】インクジェット方式のカラープリンタの概略ブロック図である。

【図24】同カラープリンタにおける印字ヘッドユニットの概略説明図である。

【図25】同印字ヘッドユニットで色インクを吐出させる状況を示す概略説明図である。

【図26】バブルジェット方式の印字ヘッドで色インクを吐出させる状況を示す概略説明図である。

【図27】電子写真方式のプリンタの概略説明図である。

【図28】本画像データ補間装置における画像データの流れを示すフロー図である。

【図29】本発明の画像データ補間装置におけるより具体的なフローチャートである。

【図30】印刷装置の解像度が変化した場合における具体的なフローチャートである。

【図31】本発明の一実施形態にかかる画像データ補間装置のフレーム対応図である。

【図32】本画像データ補間装置における画像データの流れを示すフロー図である。

【図33】本発明の画像データ補間装置における印刷処理のフローチャートである。

【図34】印刷処理の操作ウィンドウを示す図である。

【図35】プリンタの設定の操作ウィンドウを示す図である。

#### 【符号の説明】

10…コンピュータシステム

11a…スキャナ

11a2…スキャナ

11b…デジタルスチルカメラ

11b1…デジタルスチルカメラ

11b2…デジタルスチルカメラ

11c…ビデオカメラ

12…コンピュータ本体

12a…オペレーティングシステム

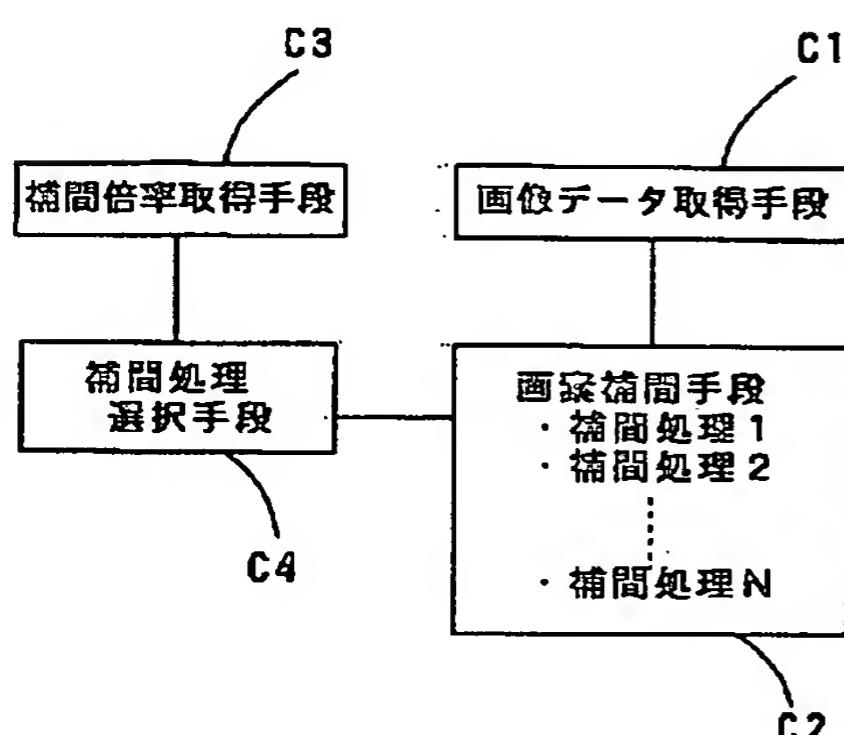
12b…ディスプレイドライバ

12b…ドライバ

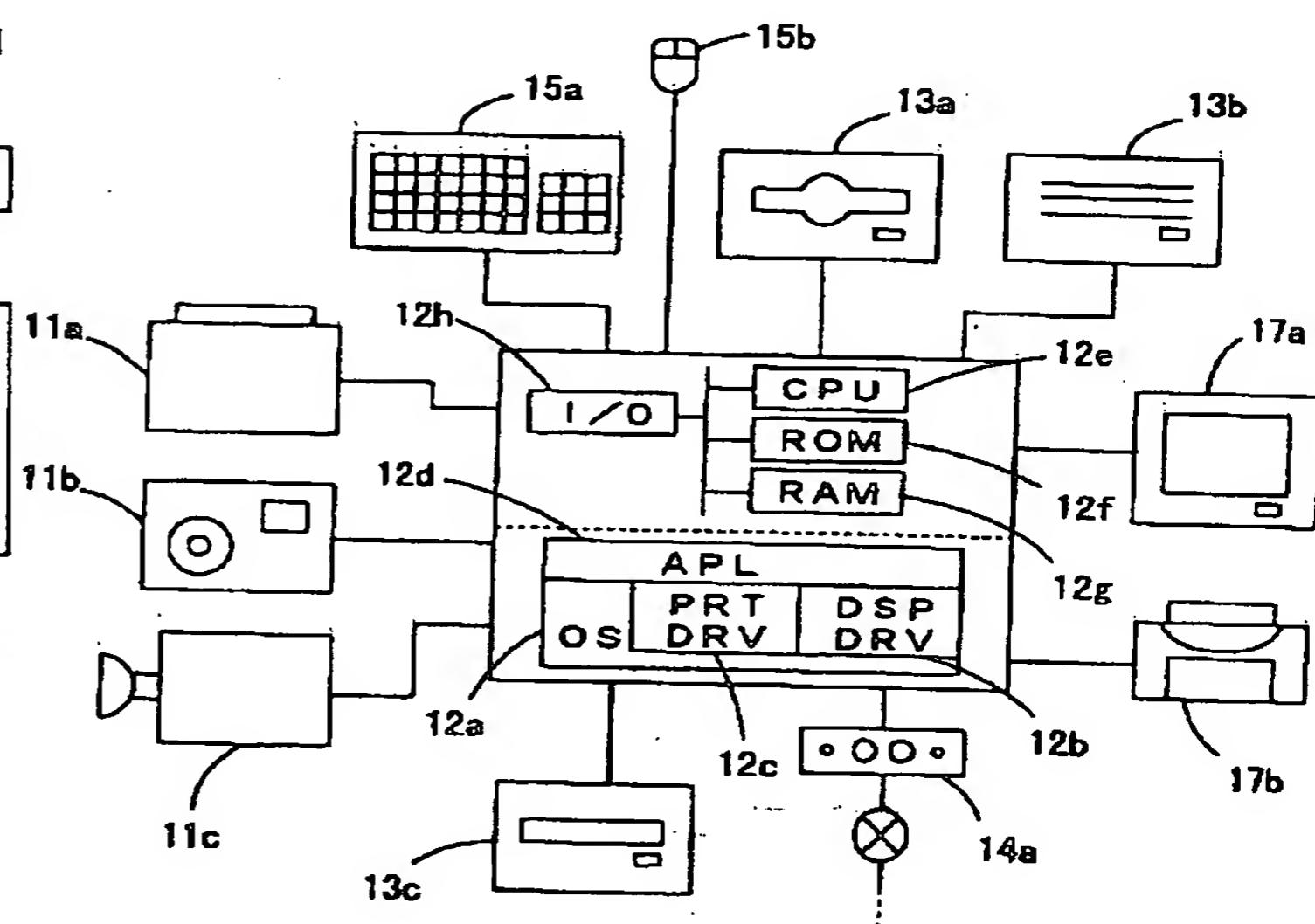
12c…プリンタドライバ  
 12d…アプリケーション  
 13a…フロッピーディスクドライブ  
 13b…ハードディスク  
 13c…CD-ROMドライブ  
 14a…モ뎀  
 14a2…モ뎀  
 15a…キーボード

15b…マウス  
 17a…ディスプレイ  
 17a1…ディスプレイ  
 17b…カラープリンタ  
 17b1…カラープリンタ  
 17b2…カラープリンタ  
 18a…カラーファクシミリ装置  
 18b…カラーコピー装置

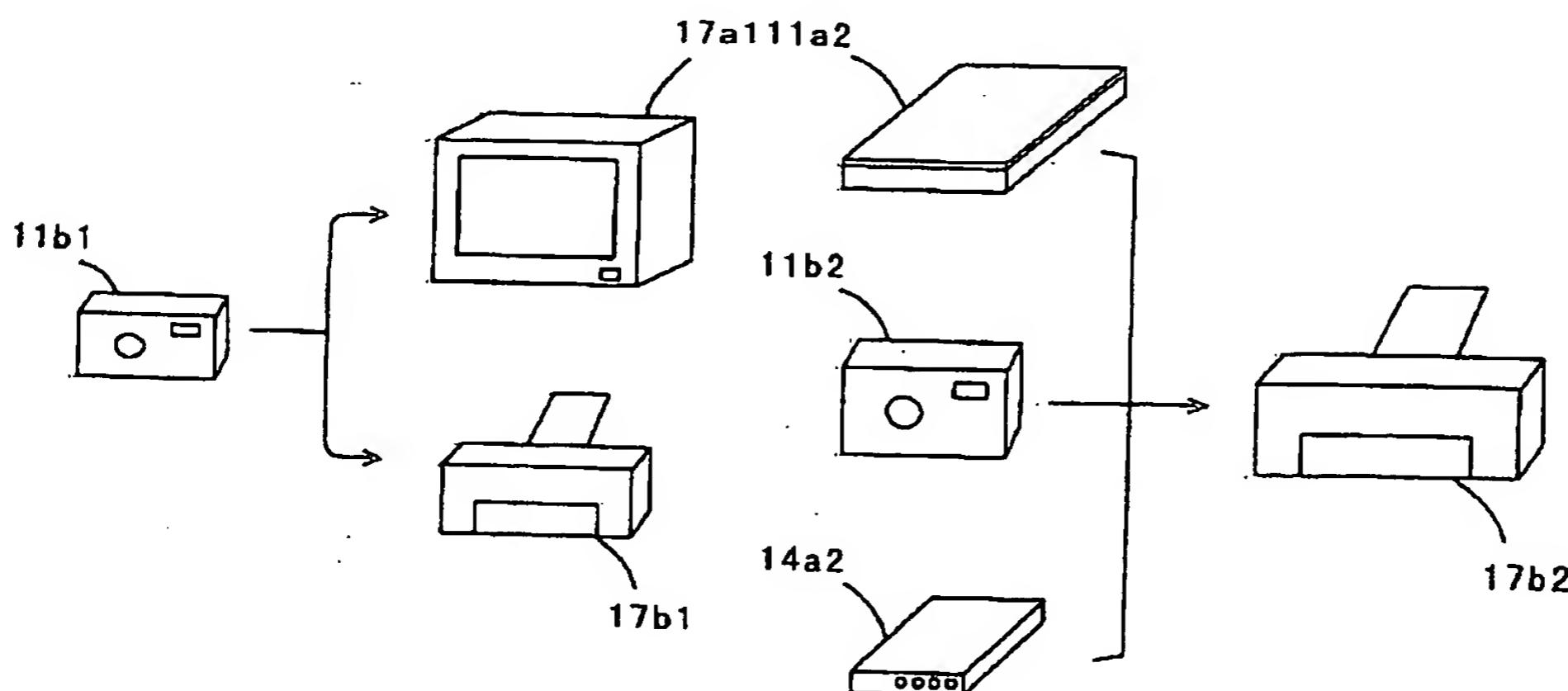
【図1】



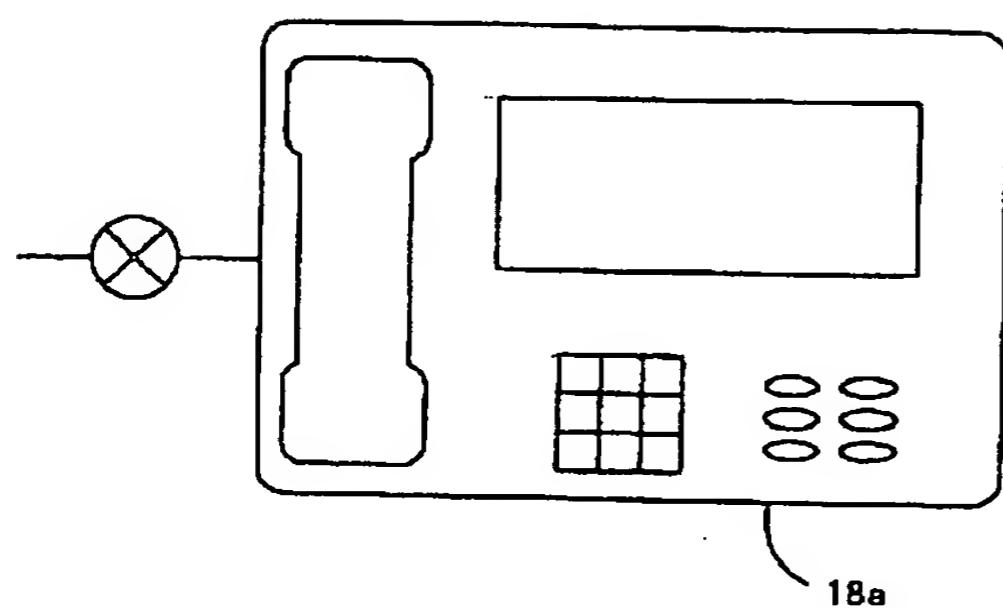
【図2】



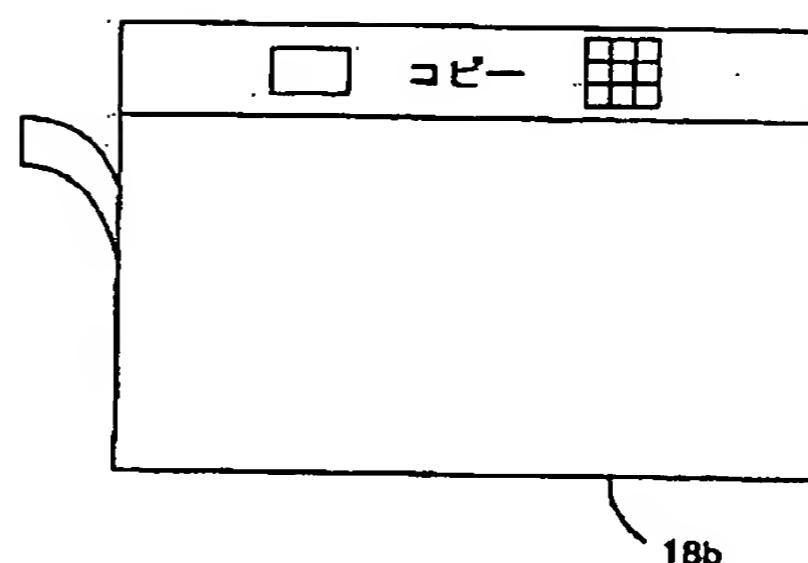
【図3】



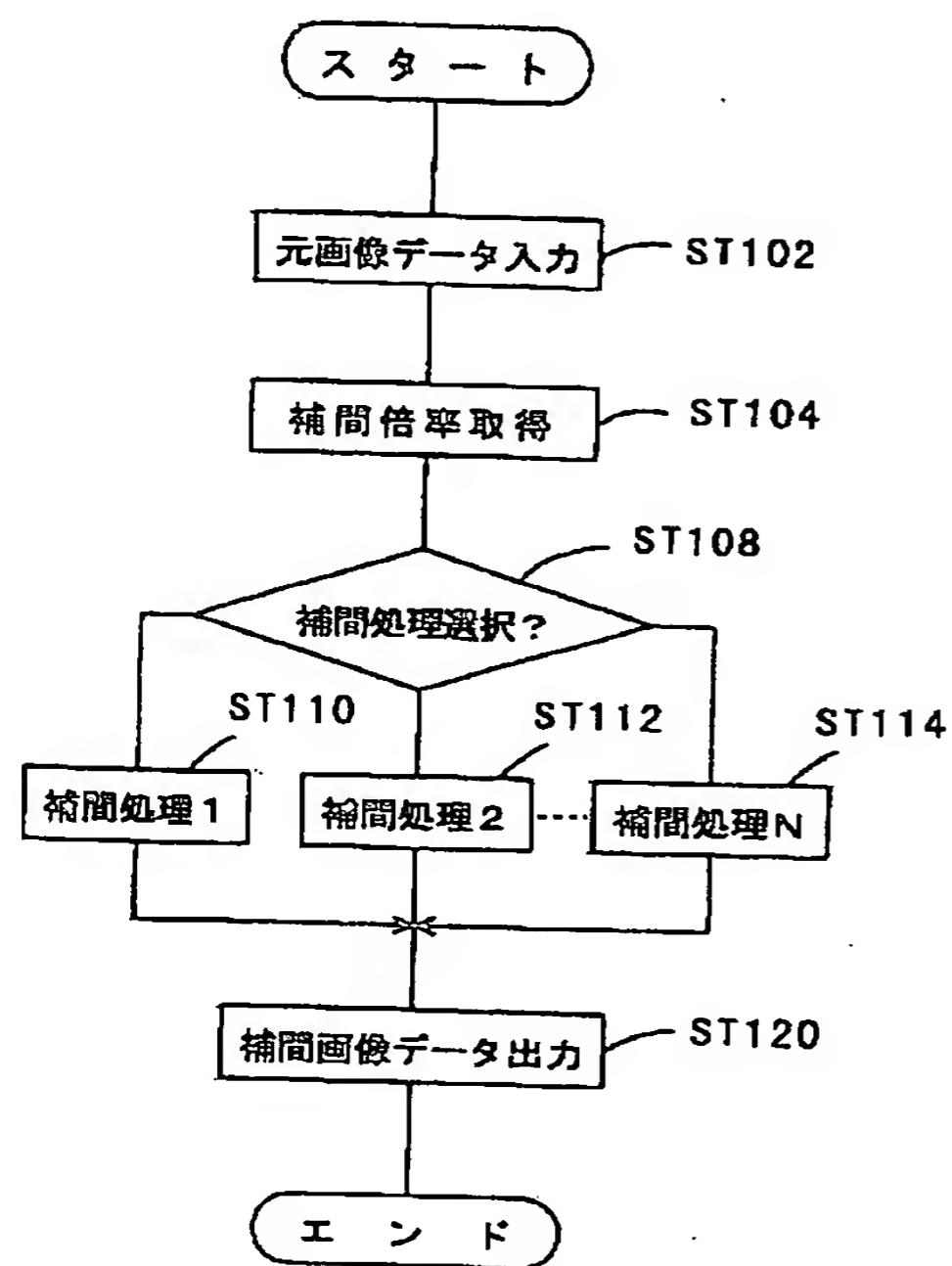
【図5】



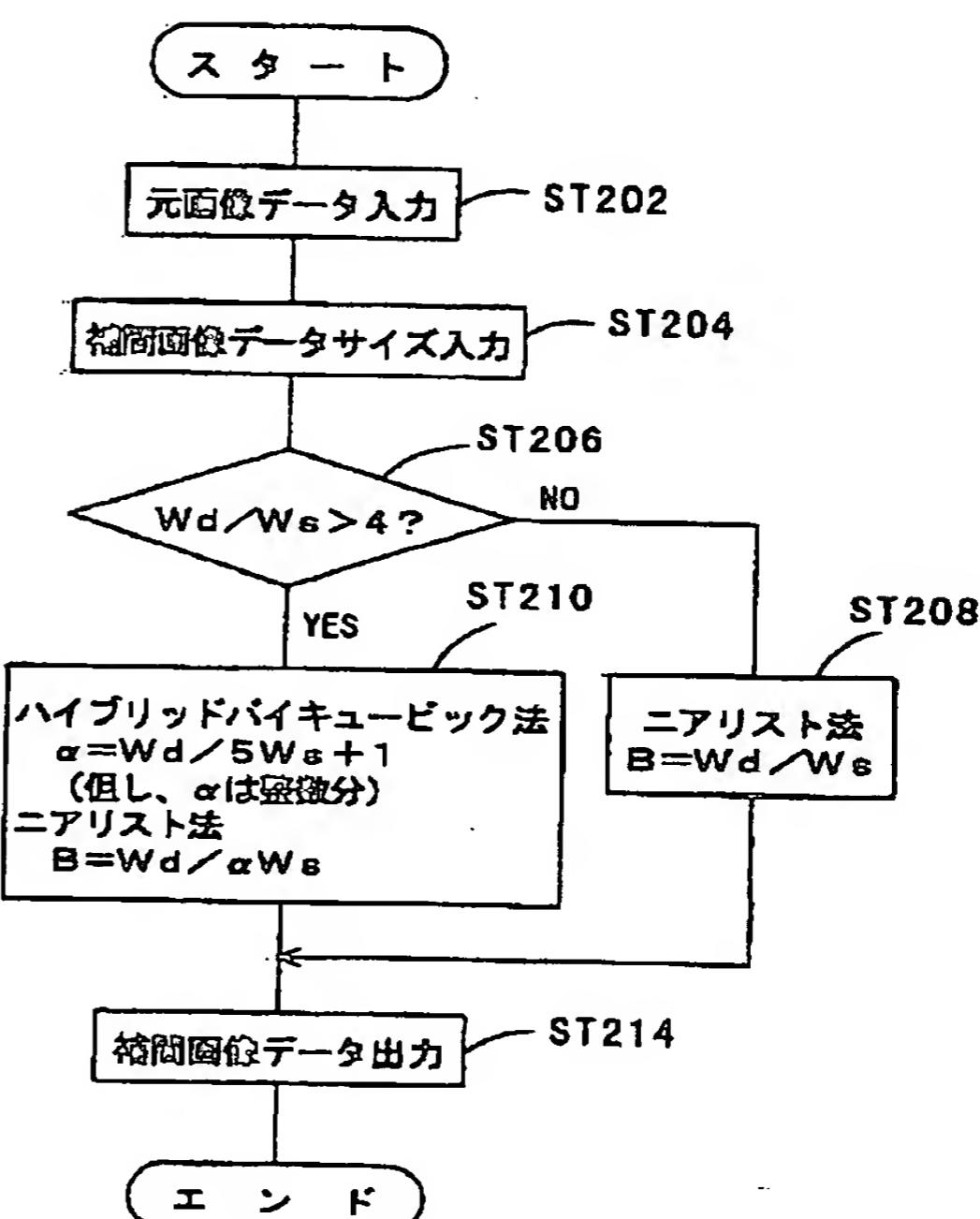
【図6】



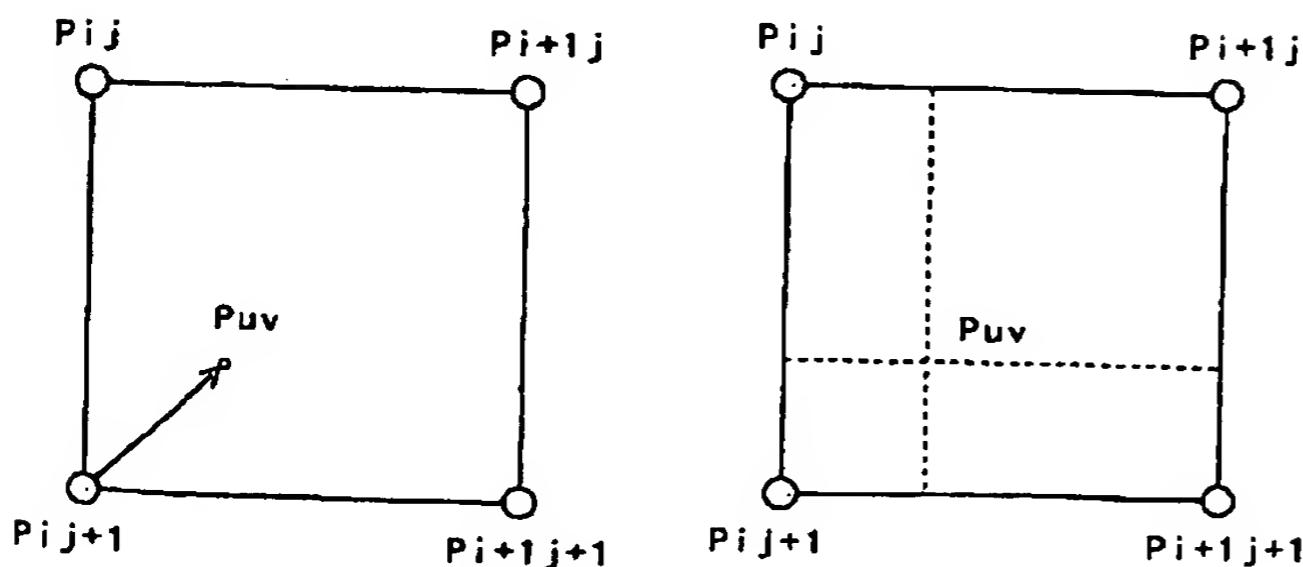
【図7】



【図8】

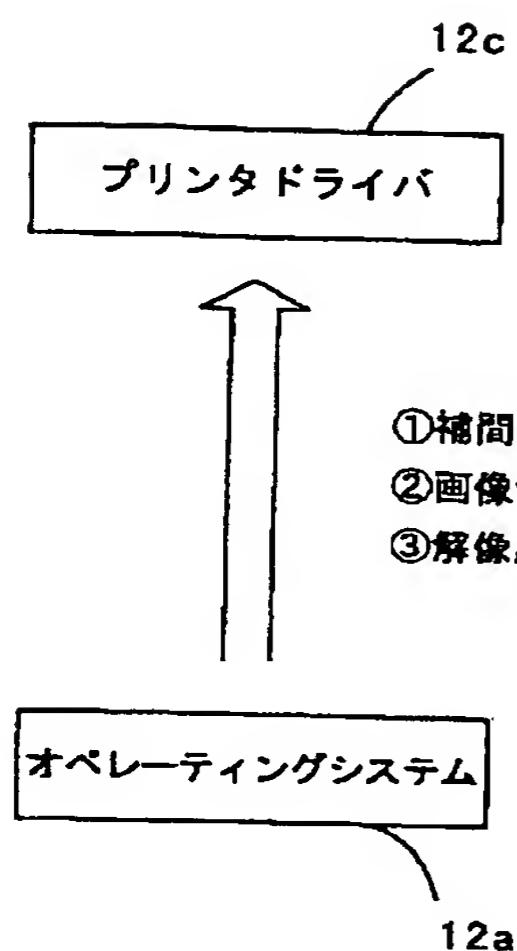


【図10】

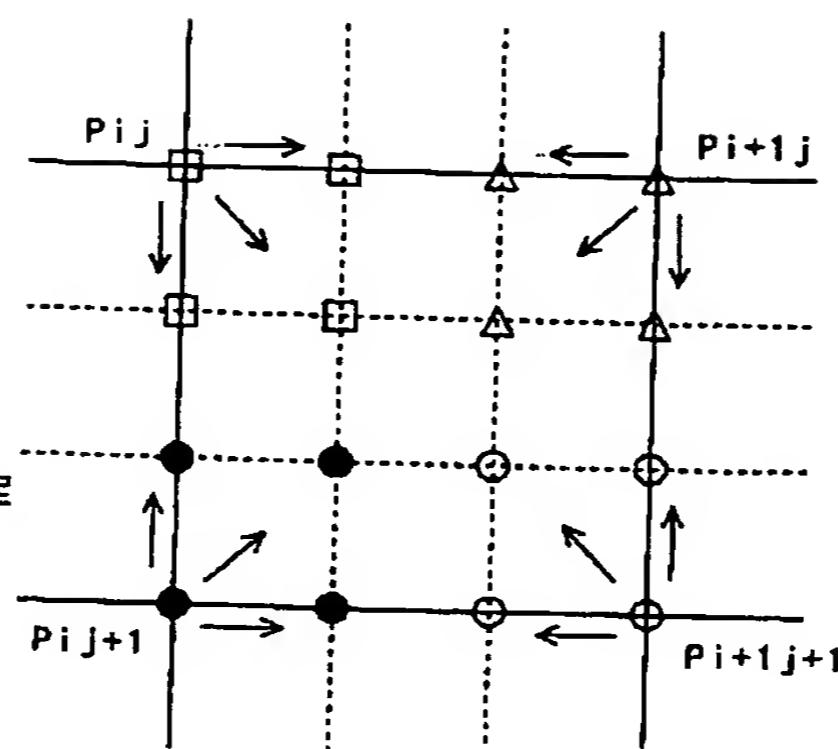


【図18】

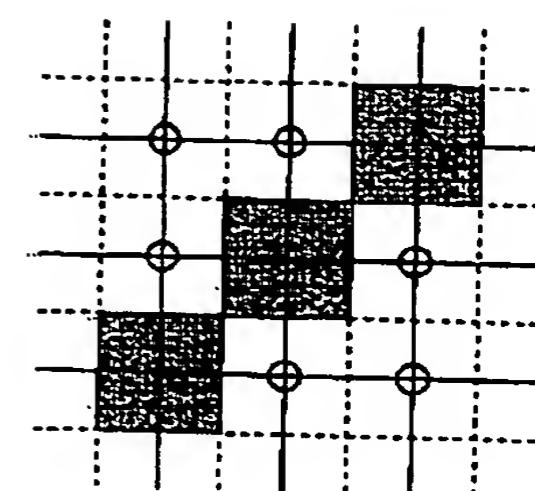
【図9】



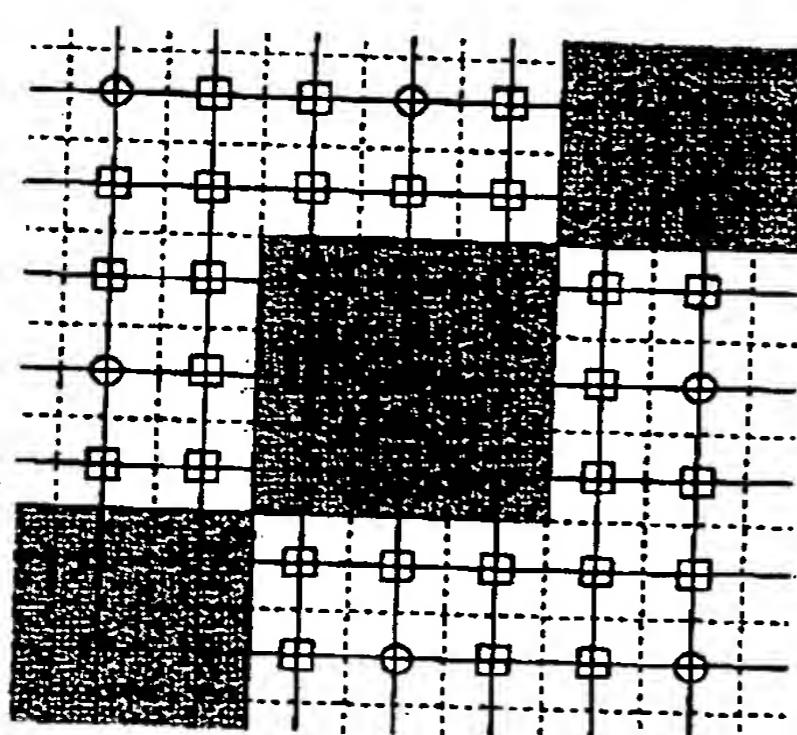
【図11】



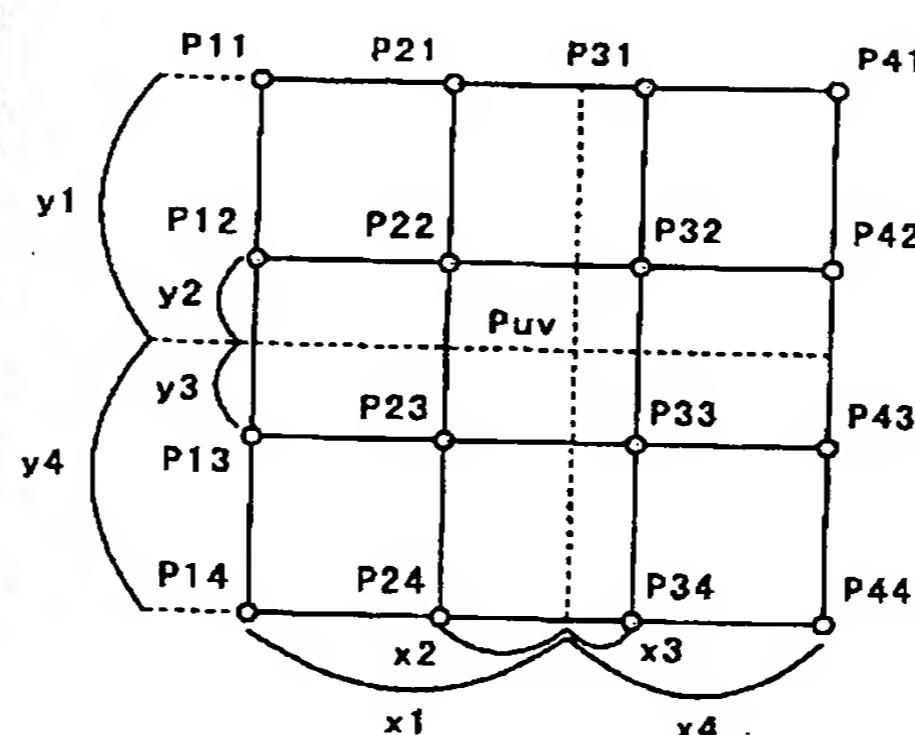
【図12】



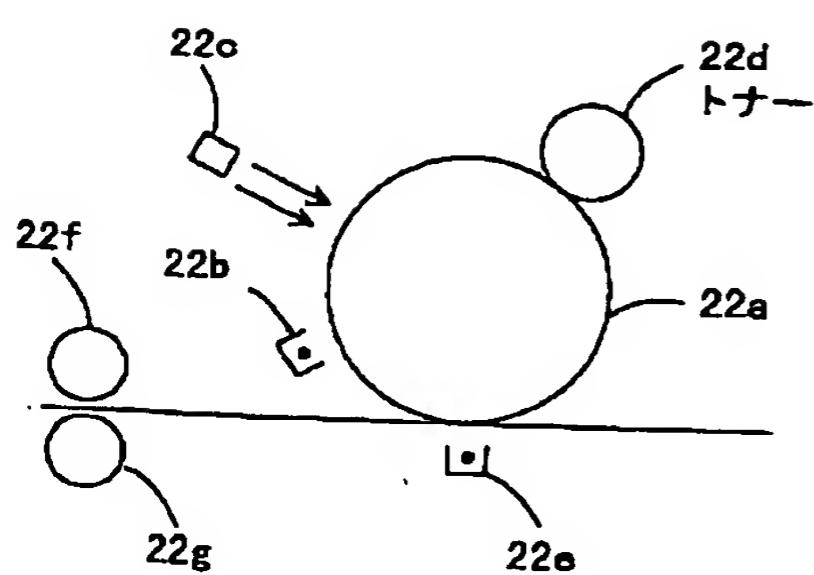
【図13】



【図14】

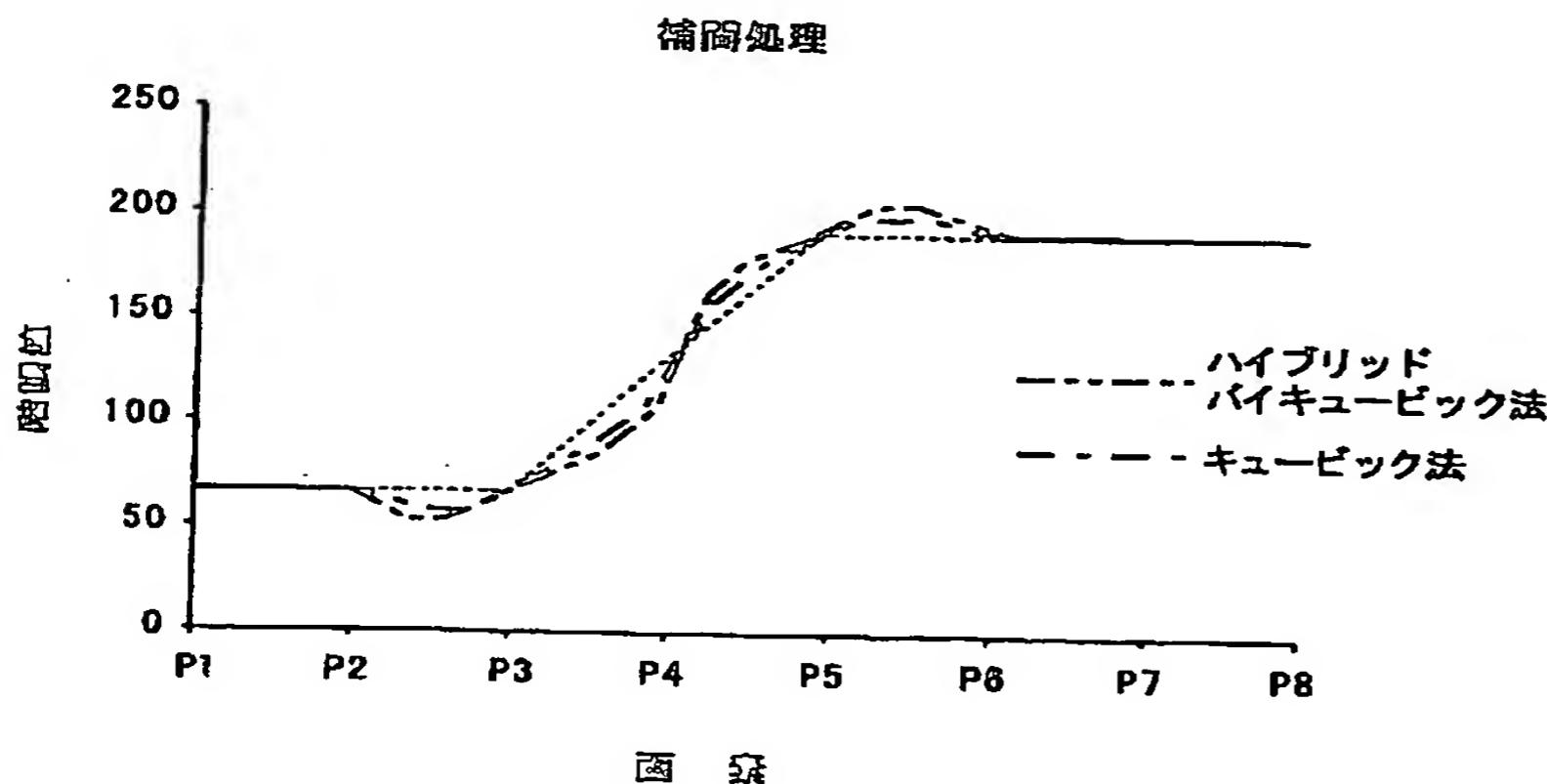


【図27】

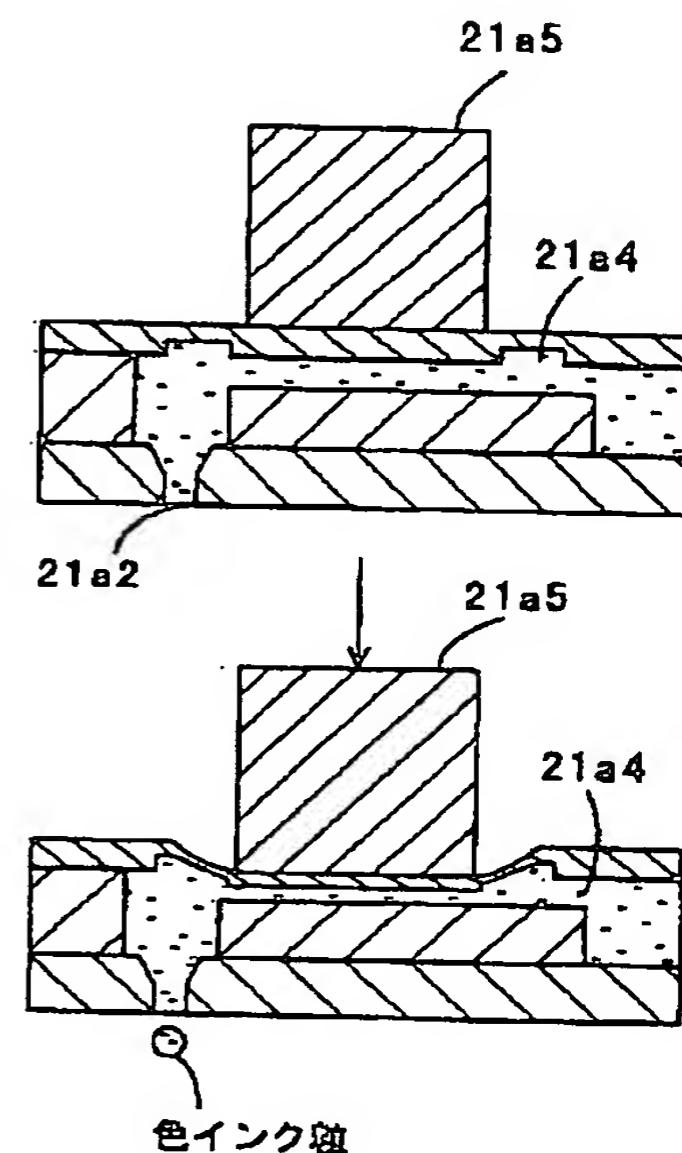


BEST AVAILABLE COPY

【図15】



【図25】



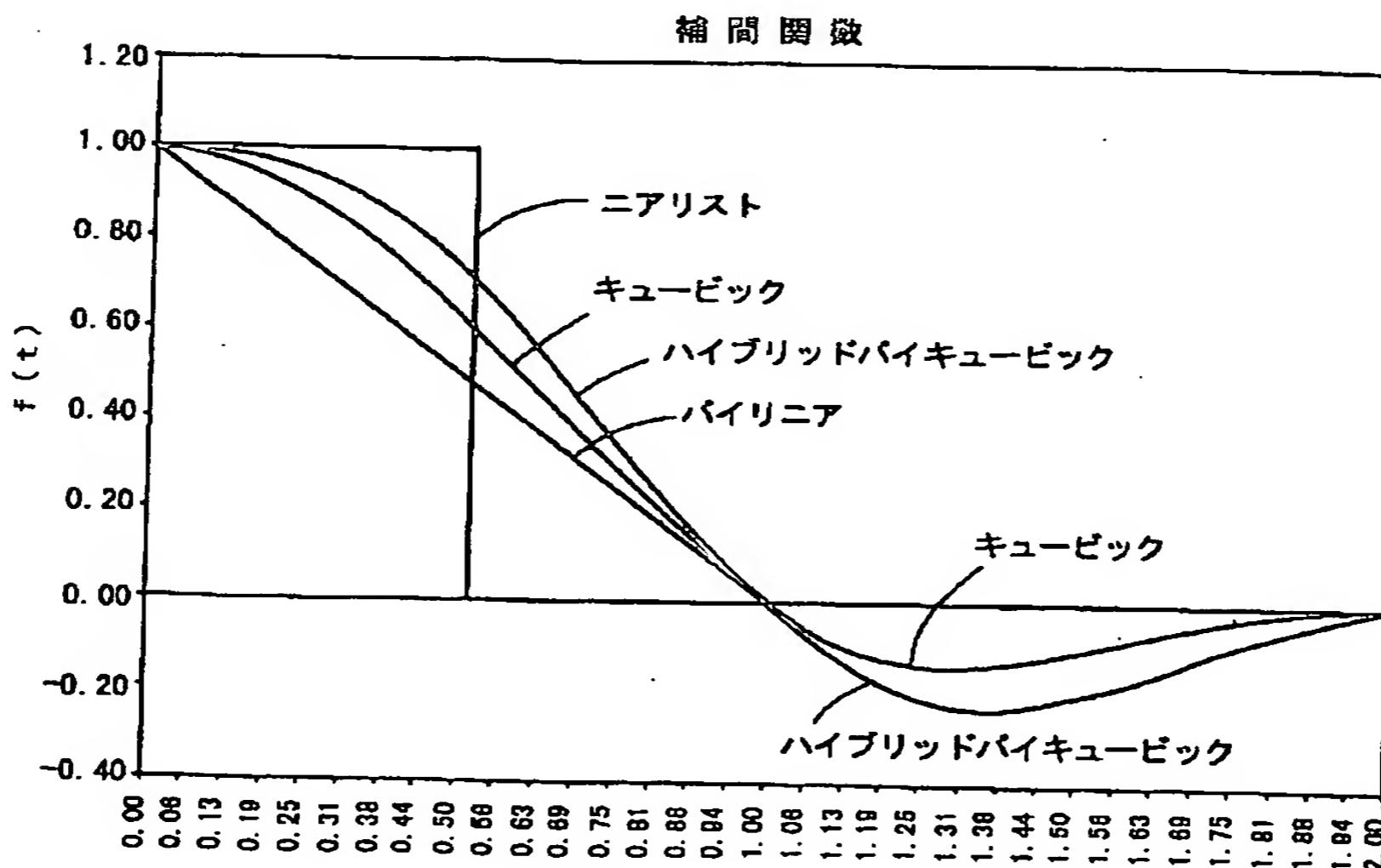
【図16】

	画素	Original	x1	x2	x3	x4	f1	f2	f3	f4	キューピック
64	P0	64									
64											
64											
64	P1	64	1	0	1	2	0	1	0	0	64
64	P11		1.25	0.25	0.75	1.75	-0.14063	0.890625	0.296875	-0.04688	64
64	P12		1.5	0.5	0.5	1.5	-0.125	0.625	0.625	-0.125	64
64	P13		1.75	0.75	0.25	1.25	-0.04688	0.296875	0.890625	-0.14063	64
64	P2	64	1	0	1	2	0	1	0	0	64
64	P21		1.25	0.25	0.75	1.75	-0.14063	0.890625	0.296875	-0.04688	64
64	P22		1.5	0.5	0.5	1.5	-0.125	0.625	0.625	-0.125	64
64	P23		1.75	0.75	0.25	1.25	-0.04688	0.296875	0.890625	-0.14063	64
64	P3	64	1	0	1	2	0	1	0	0	64
80	P31		1.25	0.25	0.75	1.75	-0.14063	0.890625	0.296875	-0.04688	77
86	P32		1.5	0.5	0.5	1.5	-0.125	0.625	0.625	-0.125	86
112	P33		1.75	0.75	0.25	1.25	-0.04688	0.296875	0.890625	-0.14063	103
128	P4	128	1	0	1	2	0	1	0	0	128
144	P41		1.25	0.25	0.75	1.75	-0.14063	0.890625	0.296875	-0.04688	153
160	P42		1.5	0.5	0.5	1.5	-0.125	0.625	0.625	-0.125	168
176	P43		1.75	0.75	0.25	1.25	-0.04688	0.296875	0.890625	-0.14063	179
192	P5	192	1	0	1	2	0	1	0	0	192
192	P51		1.25	0.25	0.75	1.75	-0.14063	0.890625	0.296875	-0.04688	201
192	P52		1.5	0.5	0.5	1.5	-0.125	0.625	0.625	-0.125	200
192	P53		1.75	0.75	0.25	1.25	-0.04688	0.296875	0.890625	-0.14063	195
192	P6	192	1	0	1	2	0	1	0	0	192
192	P61		1.25	0.25	0.75	1.75	-0.14063	0.890625	0.296875	-0.04688	192
192	P62		1.5	0.5	0.5	1.5	-0.125	0.625	0.625	-0.125	192
192	P63		1.75	0.75	0.25	1.25	-0.04688	0.296875	0.890625	-0.14063	192
192	P7	192	1	0	1	2	0	1	0	0	192
192	P71		1.25	0.25	0.75	1.75	-0.14063	0.890625	0.296875	-0.04688	192
192	P72		1.5	0.5	0.5	1.5	-0.125	0.625	0.625	-0.125	192
192	P73		1.75	0.75	0.25	1.25	-0.04688	0.296875	0.890625	-0.14063	192
192	P8	192	1	0	1	2	0	1	0	0	192
192	P81		1.25	0.25	0.75	1.75	-0.14063	0.890625	0.296875	-0.04688	192
192	P82		1.5	0.5	0.5	1.5	-0.125	0.625	0.625	-0.125	192
192	P83		1.75	0.75	0.25	1.25	-0.04688	0.296875	0.890625	-0.14063	192
192	P9	192	1	0	1	2	0	1	0	0	192

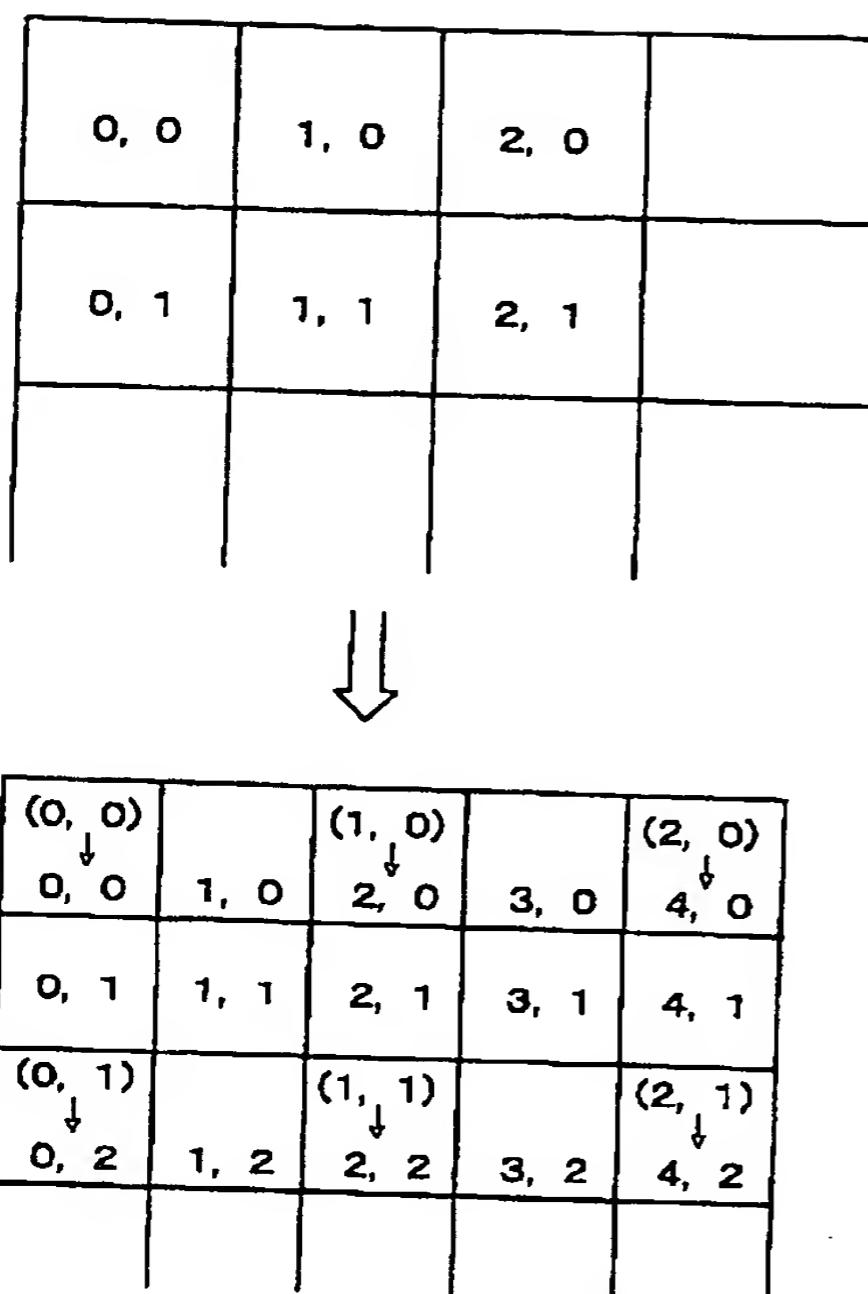
【図17】

	画素	Original	x1	x2	x3	x4	f1	f2	f3	f4	ハイブリッド ハイブリッド
64	P0	64									
64											
64											
64											
64	P1	64	1	0	1	2	0.00	1.00	0.00	0.00	64
64	P11		1.25	0.25	0.75	1.75	-0.20	0.95	0.36	-0.11	64
64	P12		1.5	0.5	0.5	1.5	-0.21	0.71	0.71	-0.21	64
64	P13		1.75	0.75	0.25	1.25	-0.11	0.36	0.95	-0.20	64
64	P2	64	1	0	1	2	0.00	1.00	0.00	0.00	64
64	P21		1.25	0.25	0.75	1.75	-0.20	0.95	0.36	-0.11	57
64	P22		1.5	0.5	0.5	1.5	-0.21	0.71	0.71	-0.21	50
64	P23		1.75	0.75	0.25	1.25	-0.11	0.36	0.95	-0.20	51
64	P3	64	1	0	1	2	0.00	1.00	0.00	0.00	64
80	P31		1.25	0.25	0.75	1.75	-0.20	0.95	0.36	-0.11	73
80	P32		1.5	0.5	0.5	1.5	-0.21	0.71	0.71	-0.21	82
112	P33		1.75	0.75	0.25	1.25	-0.11	0.36	0.95	-0.20	99
128	P4	128	1	0	1	2	0.00	1.00	0.00	0.00	128
144	P41		1.25	0.25	0.75	1.75	-0.20	0.95	0.36	-0.11	157
160	P42		1.5	0.5	0.5	1.5	-0.21	0.71	0.71	-0.21	174
176	P43		1.75	0.75	0.25	1.25	-0.11	0.36	0.95	-0.20	183
192	P5	192	1	0	1	2	0.00	1.00	0.00	0.00	192
192	P51		1.25	0.25	0.75	1.75	-0.20	0.95	0.36	-0.11	205
192	P52		1.5	0.5	0.5	1.5	-0.21	0.71	0.71	-0.21	205
192	P53		1.75	0.75	0.25	1.25	-0.11	0.36	0.95	-0.20	199
192	P6	192	1	0	1	2	0.00	1.00	0.00	0.00	192
192	P61		1.25	0.25	0.75	1.75	-0.20	0.95	0.36	-0.11	192
192	P62		1.5	0.5	0.5	1.5	-0.21	0.71	0.71	-0.21	192
192	P63		1.75	0.75	0.25	1.25	-0.11	0.36	0.95	-0.20	192
192	P7	192	1	0	1	2	0.00	1.00	0.00	0.00	192
192	P71		1.25	0.25	0.75	1.75	-0.20	0.95	0.36	-0.11	192
192	P72		1.5	0.5	0.5	1.5	-0.21	0.71	0.71	-0.21	192
192	P73		1.75	0.75	0.25	1.25	-0.11	0.36	0.95	-0.20	192
192	P8	192	1	0	1	2	0.00	1.00	0.00	0.00	192
192	P81		1.25	0.25	0.75	1.75	-0.20	0.95	0.36	-0.11	
192	P82		1.5	0.5	0.5	1.5	-0.21	0.71	0.71	-0.21	
192	P83		1.75	0.75	0.25	1.25	-0.11	0.36	0.95	-0.20	
192	P9	192	1	0	1	2	0.00	1.00	0.00	0.00	

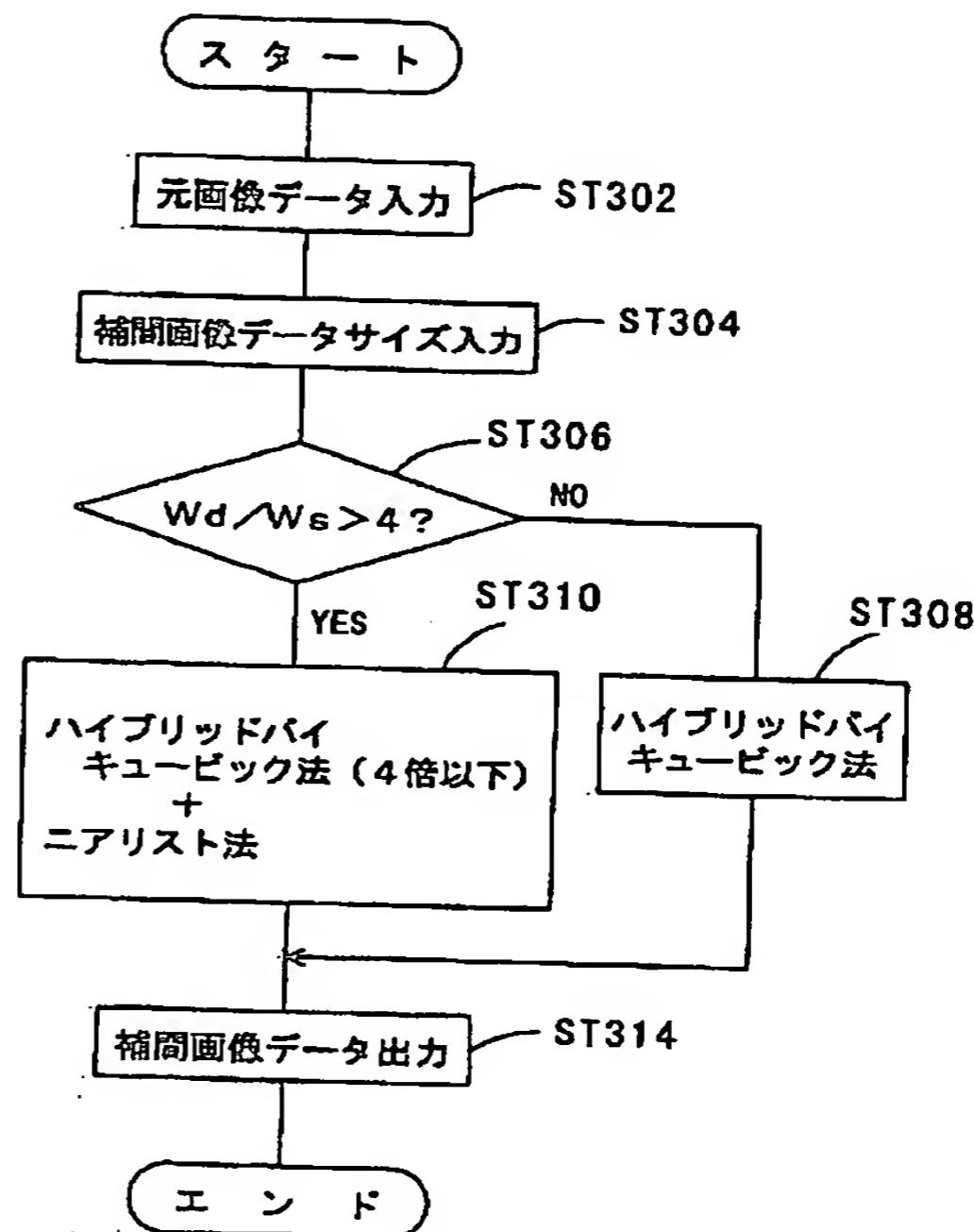
【図19】



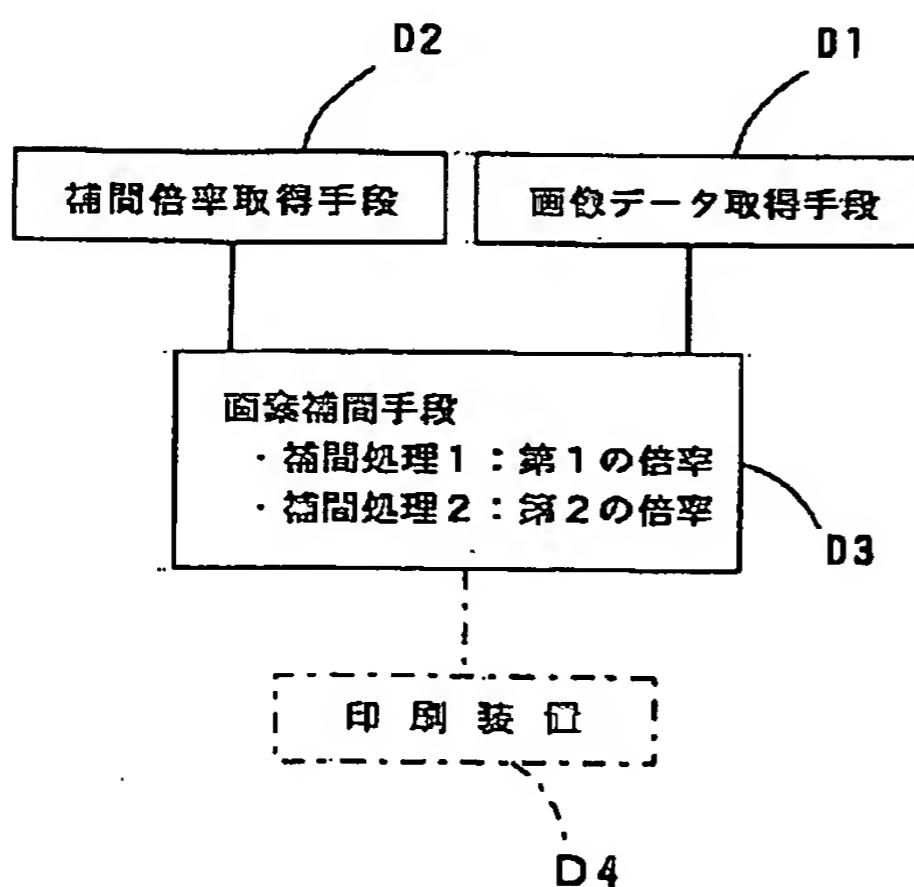
【図20】



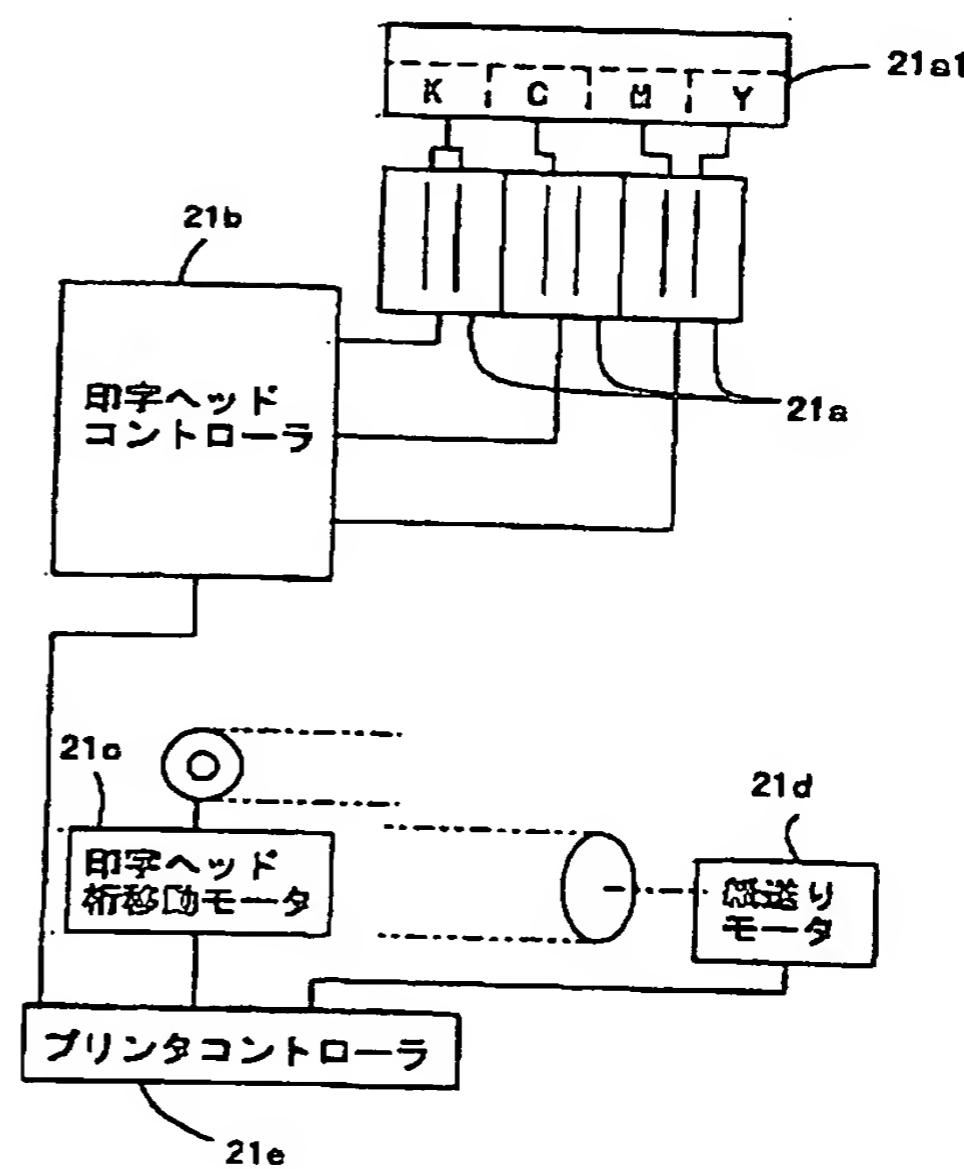
【図21】



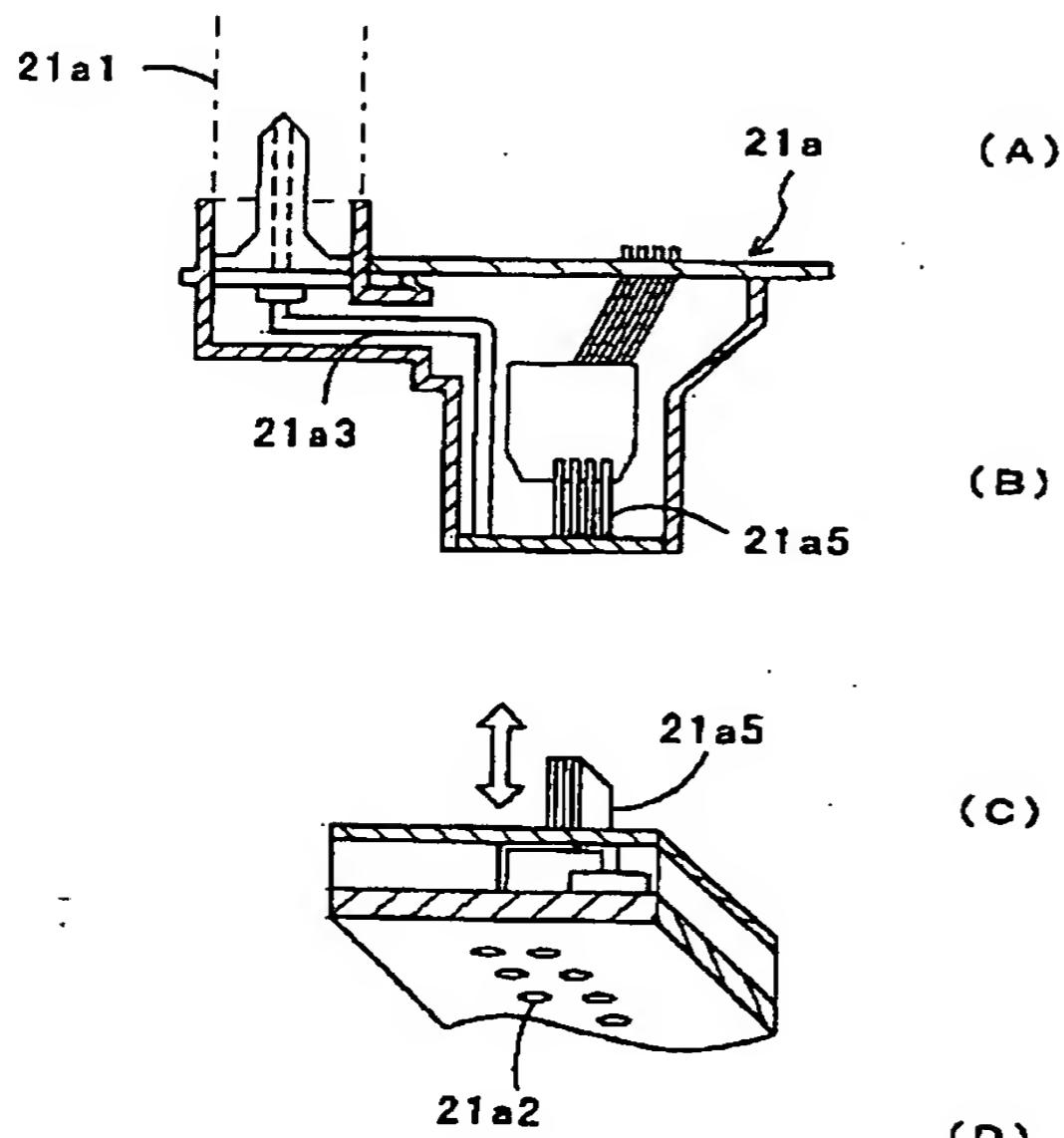
【図22】



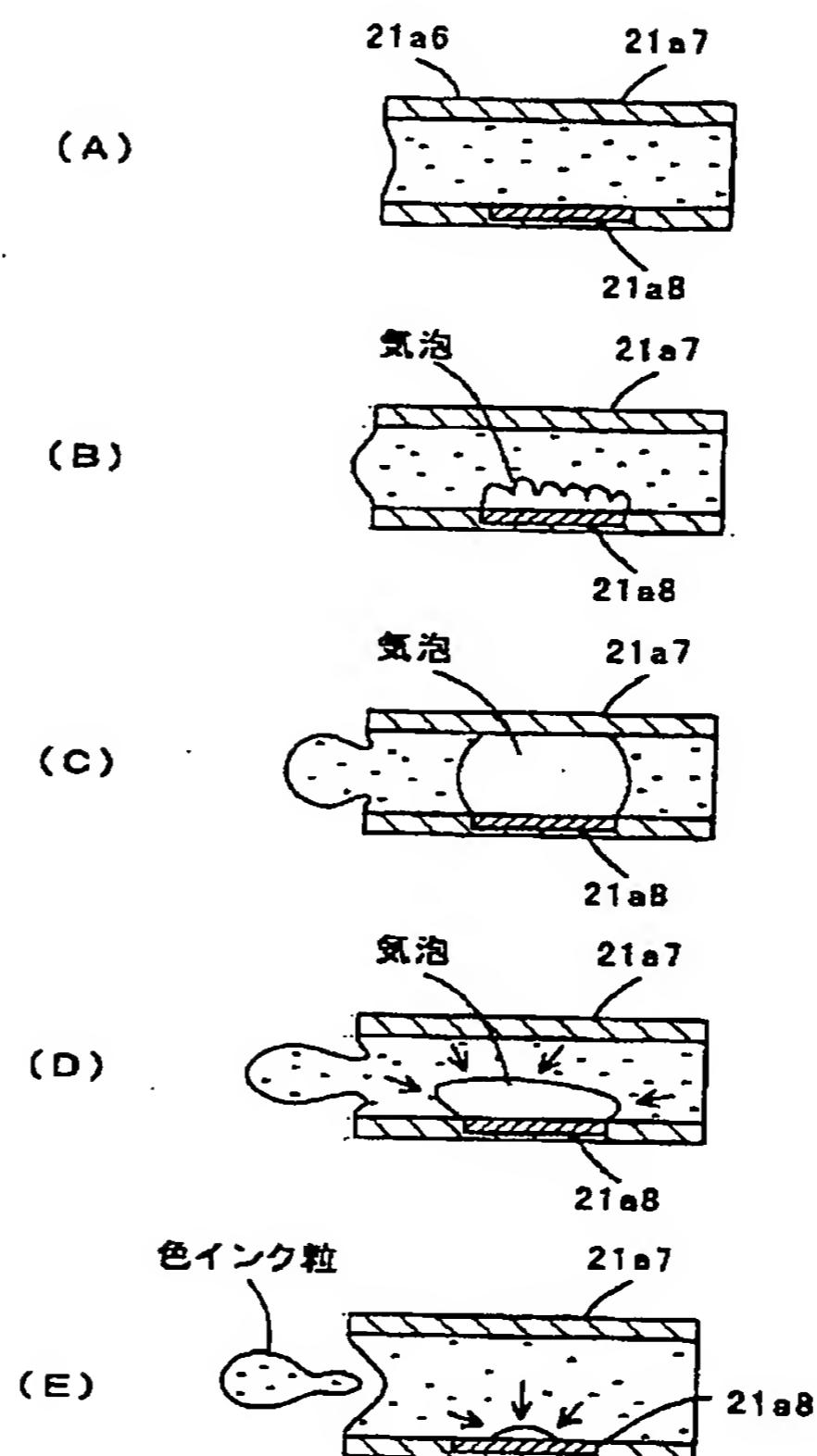
【図23】



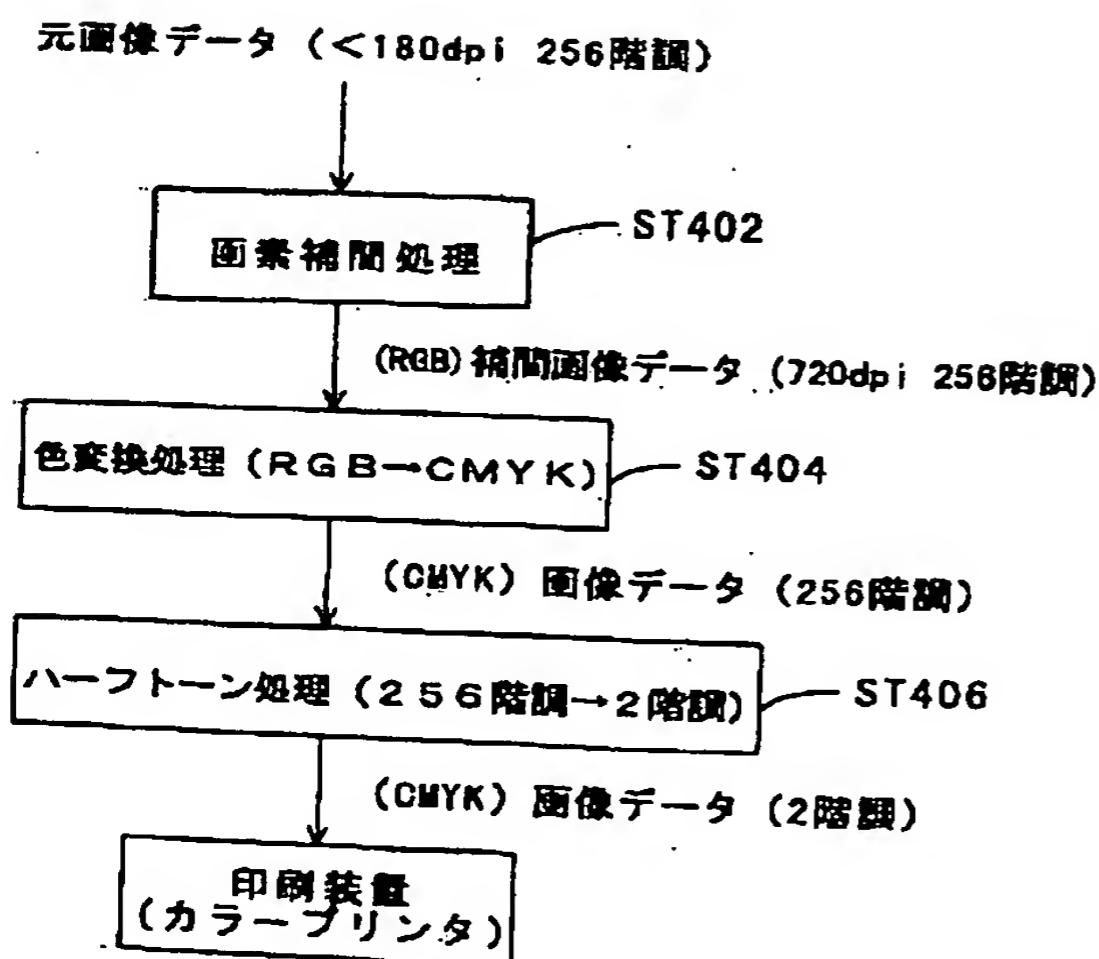
【図24】



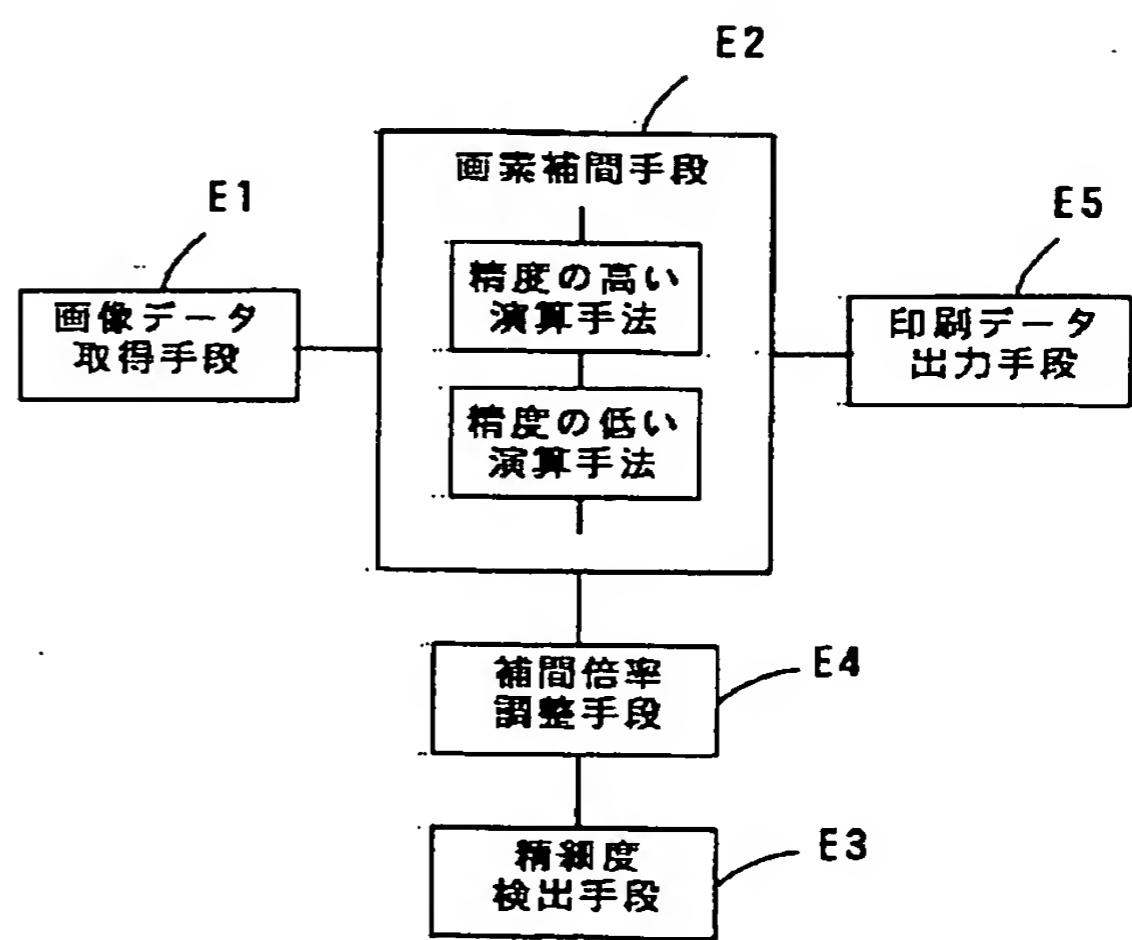
【図26】



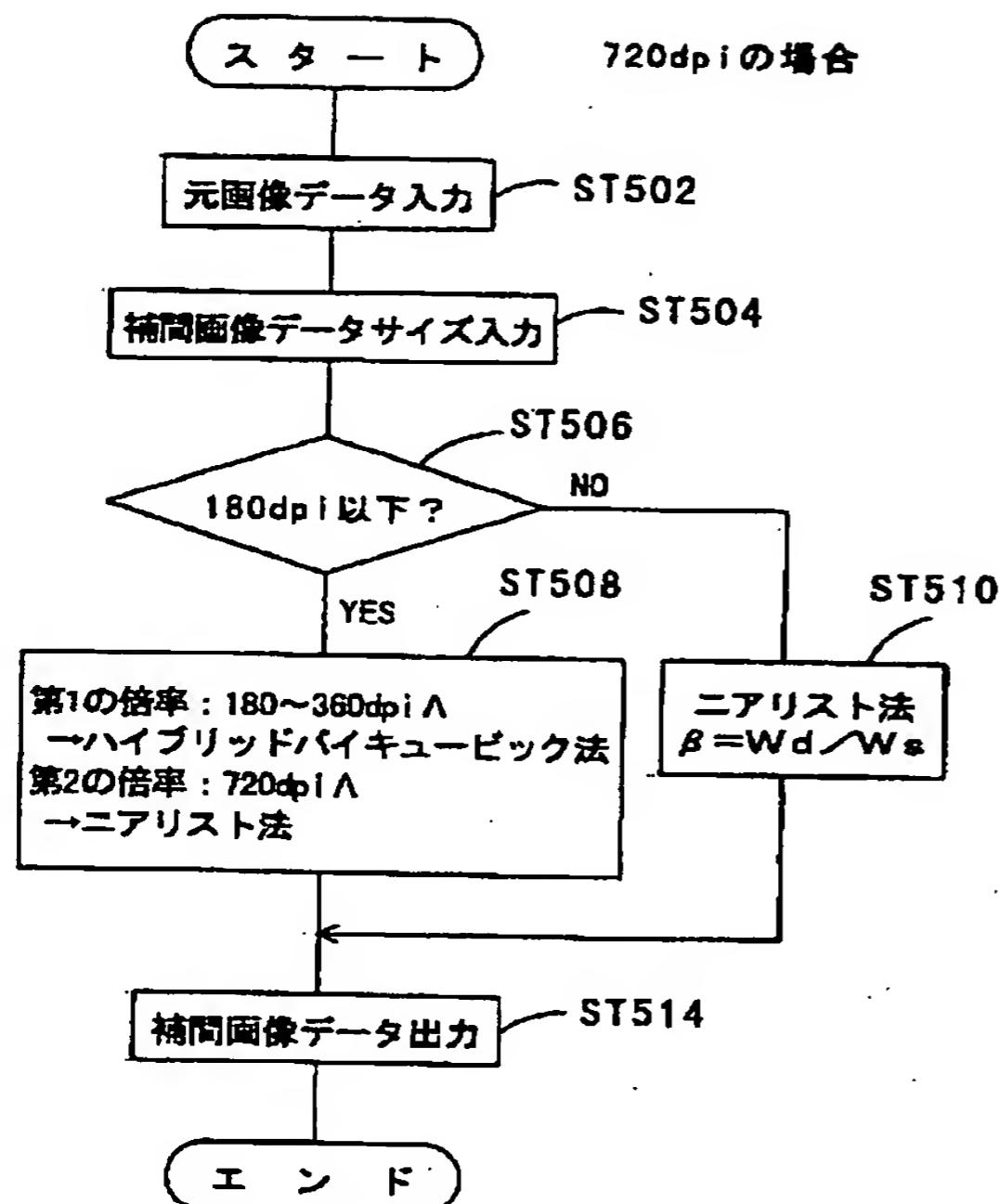
【図28】



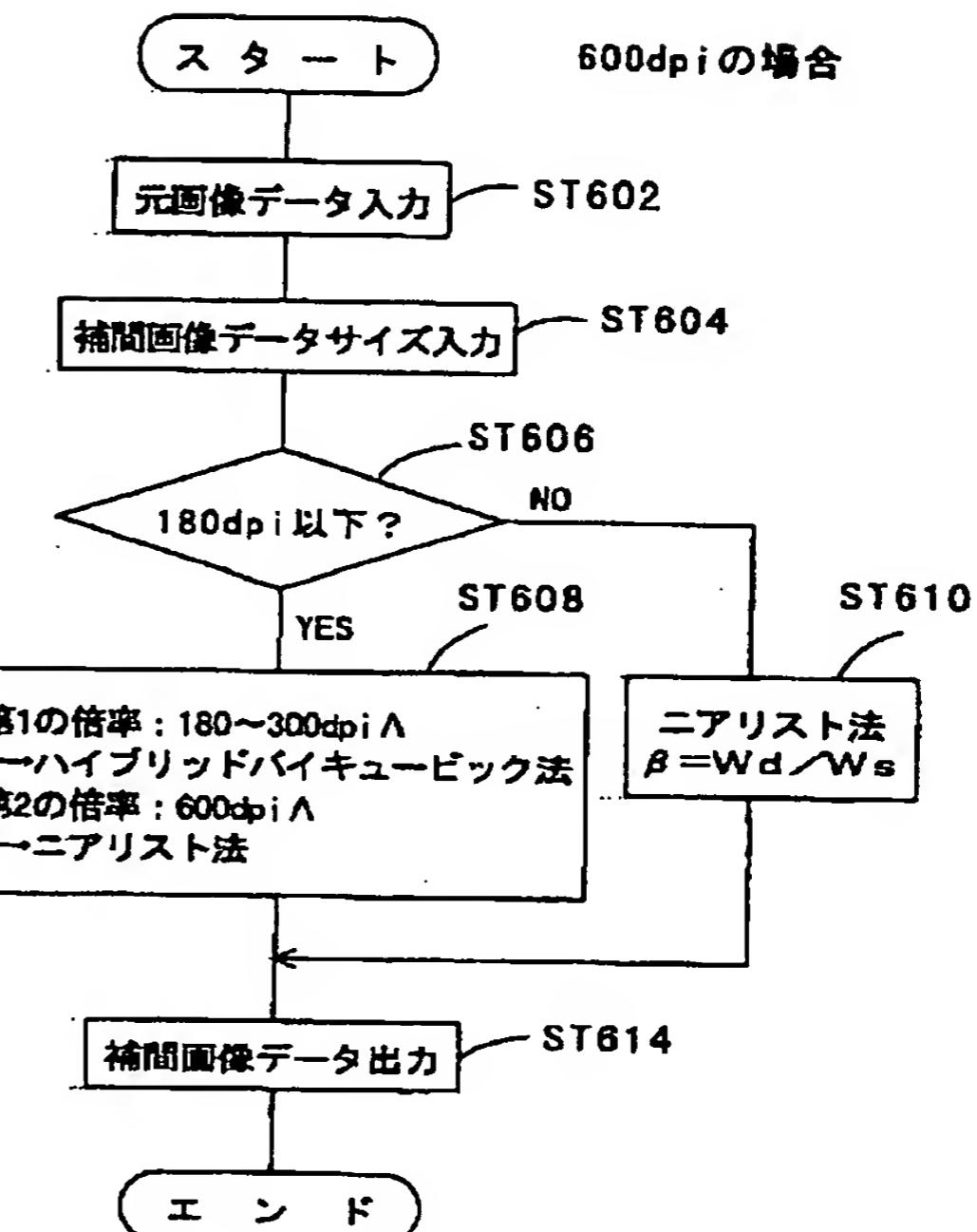
【図31】



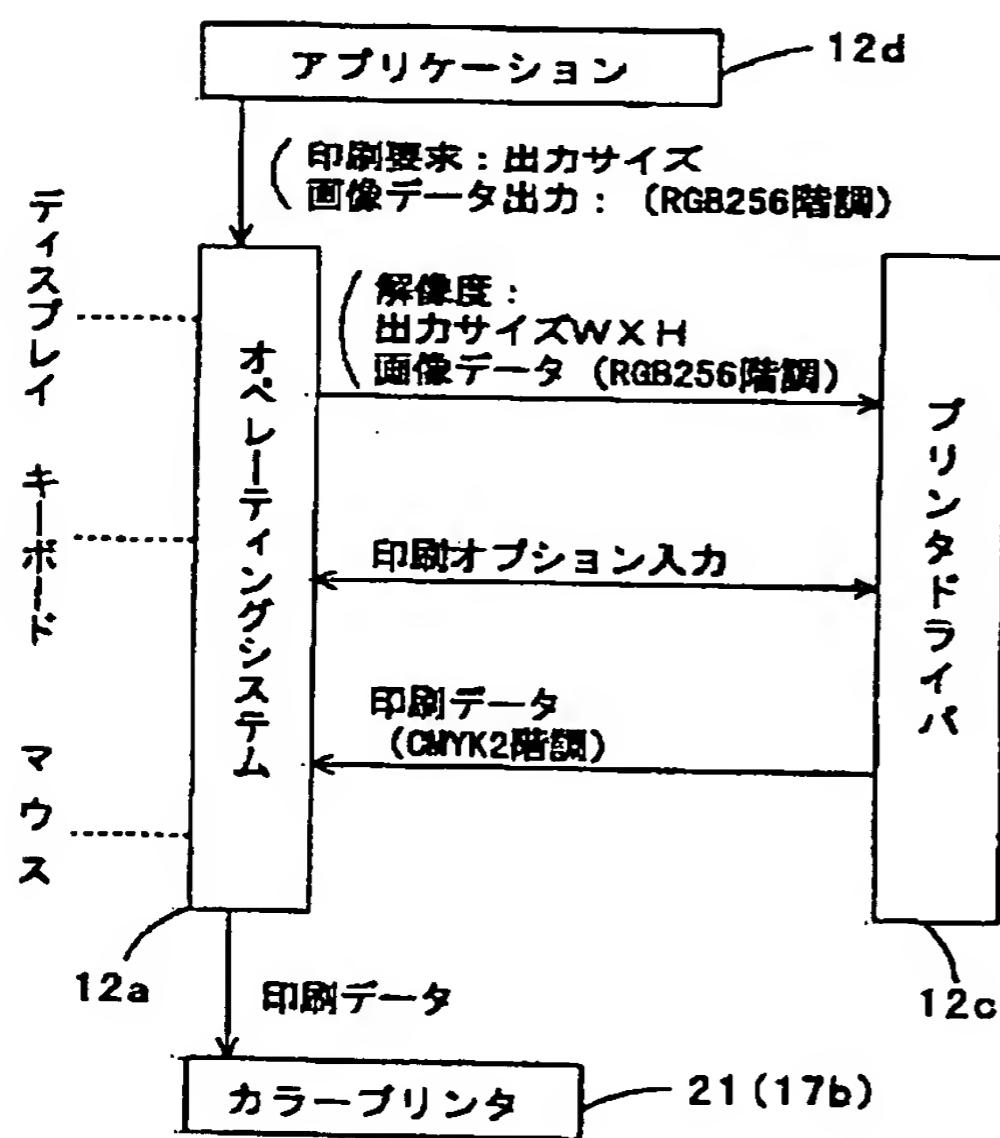
【図29】



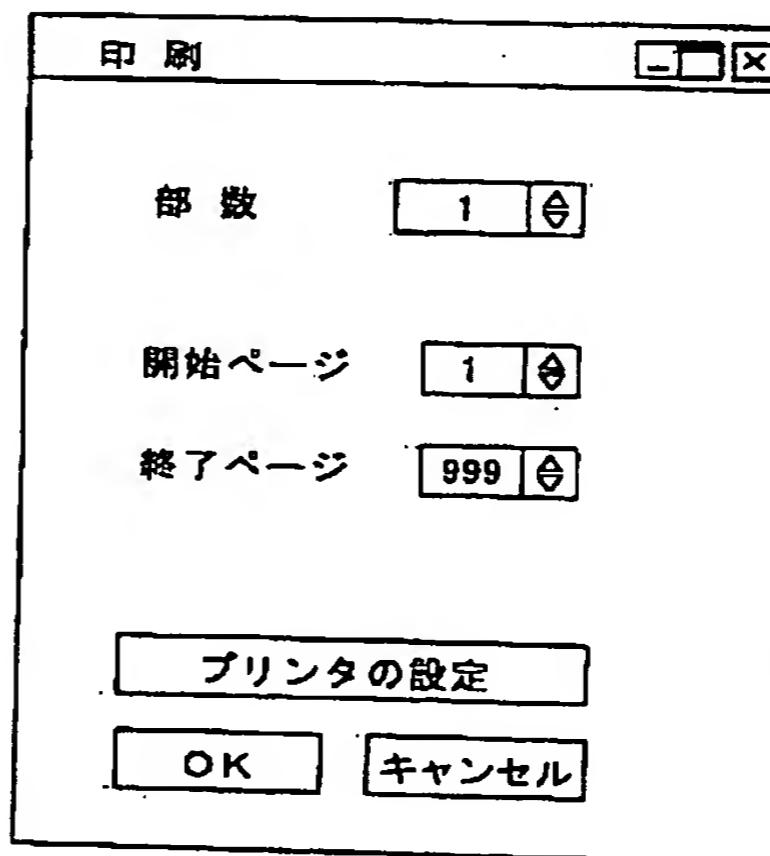
【図30】



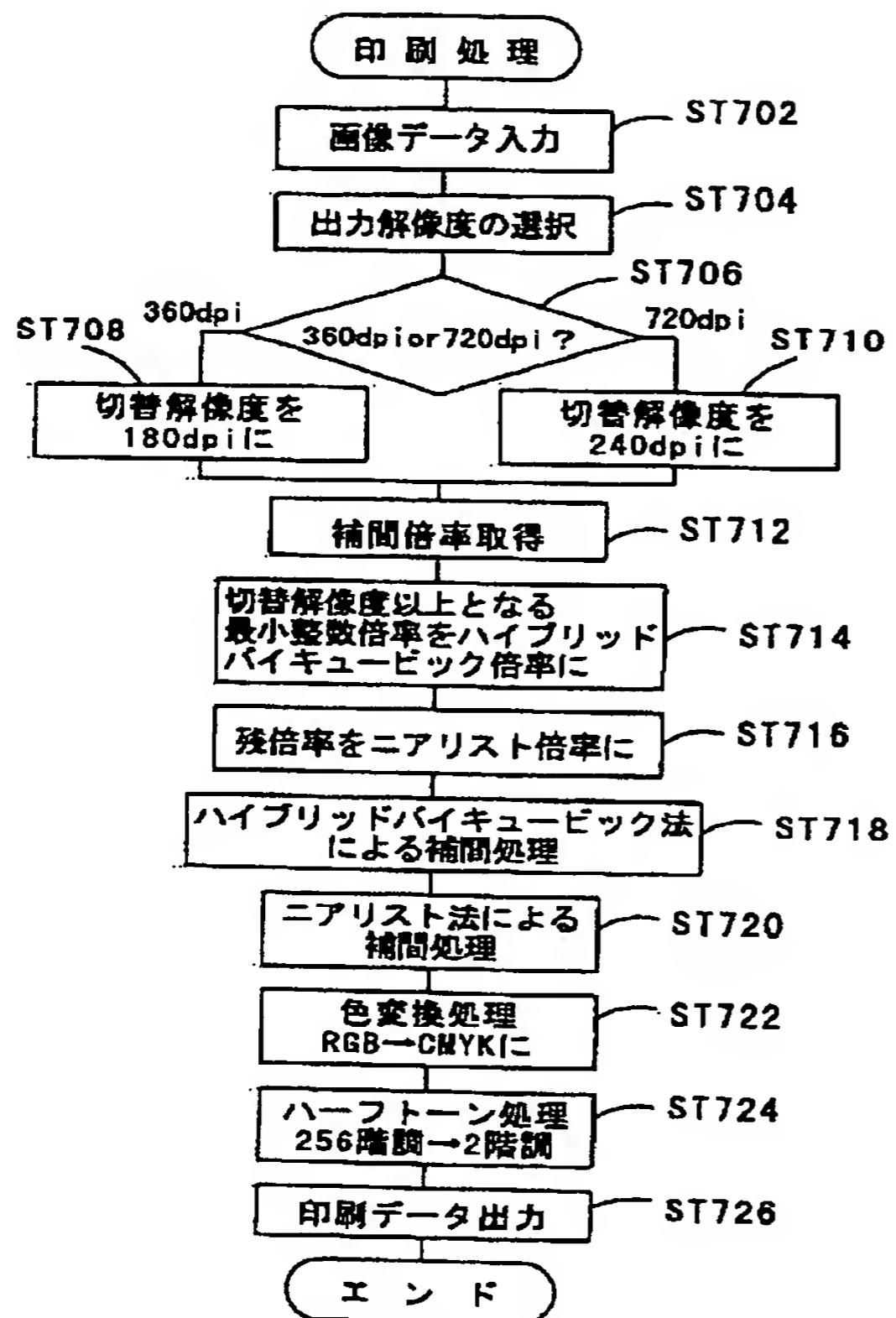
【図32】



【図34】



【図33】



【図35】

